



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN URBANISMO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO
URBANO

TESIS
QUE PARA **OPTAR POR** EL GRADO DE
DOCTOR EN URBANISMO

PRESENTA:

FIDENCIO BURGOS ZAZUETA

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. GEMMA LUZ SYLVIA VERDUZCO CHIRINO
PROGRAMA DE MAestrÍA DOCTORADO EN URBANISMO
SINODALES:

DR. JULIO CESAR KALA
DR. EDMUNDO ÁRIAS TORRES
DR. HECTOR ROBLEDO LARA
DR. JAIME PEÑA RAMIREZ.

PROGRAMA DE MAestrÍA DOCTORADO EN URBANISMO

2017

CD.MX.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

MEMORIA:

Ramona Damián Adán

FAMILIA

MARTÍN BURGOS:

HIJA: FLOR M BURGOS

Nietos: Nicole y Tomás

FAMILIA

BURGOS MEDINA:

Hijo: Oscar Burgos Damián

NIETOS: VALERIA, XIMENA Y EDUARDO

Índice General

Contenido	Página
Introducción	9
Capítulo 1. Antecedentes	14
1.1 Energéticos	16
1.2 Aspectos Históricos.	19
1.3 Los Accidentes en el Manejo y Uso del Combustible.	25
1.4 Programas PICCA y PROAIRE	32
1.5 Contaminantes	35
1.6 Objetivos de Estudio	38
Capítulo II - Marco Teórico	41
2.1 La Niebla Asesina	43
2.2 Inversión Térmica	45
2.3 Isla de Calor	52
2.4 Lluvia Ácida	56
2.5 Tolvaneras	62
2.6 Teoría de Sistemas	62
Capítulo III - Combustible	71
3.1 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	72
3.2 Vulnerabilidad de la (ZMVM)	75
3.3 Crecimiento Urbano	77
3.4 Petróleo	81
3.5 Refinería	83
3.6 Infraestructura del Suministro del Combustibles	86
3.7 Los Peligros del Petróleo	90
3.7.1 Corrosividad (C), P01	91
3.7.2 Reactividad (R), P02	91
3.7.3 Explosividad (E), P03	92
3.7.4 Toxicidad al ambiente	92
3.7.5 Inflamabilidad (I), P04	92
3.7.6 Biológico Infecciosas (B), P 05	92
3.7.7 Norma NFPA 704	94
3.7.8 Mapa de Riesgo	96
3.8 Consumo de Petróleo	103
3.9 Movilidad del Transporte en la ZMVM	108
3.10 Parque Vehicular en Zona Metropolitana del Valle de México	109
Capítulo IV Normatividad	114
4.1 Marco Jurídico	115
4.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	119
4.3 Proceso Normativo	120
4.4 Sistema de Monitoreo Atmosférico	121
4.5 Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)	128
4.6 Norma Oficial Mexicana	130
4.7 Ozono	131
4.8 Bióxido de Azufre	136
4.9 Bióxido de Nitrógeno	142
4.10 Partículas Suspendidas (PST, PM ₁₀ , y PM _{2.5})	146
4.11 Norma Internacional	152
4.12 Agencia Americana de Protección al Ambiente (EPA)	154
4.13 Organización Mundial de la Salud (OMS)	154
4.14 Estudio OMS, CEPIS; y OPS.	155
Capítulo V – Riesgo	156
5.1 El modelo	157
5.2 Catástrofe	159
5.3 La teoría de la catástrofe aplicada a la ZMVM	162
5.4 Modelo de evaluación	164
5.5 Amenaza	166

5.5.1 La mancha humana	167
5.5.2 Tóxicos (PM10, PM2.5)	169
5.5.3 Combustible	172
5.5.4 Movilidad	175
5.5.5 Ozono	177
5.5.6 Vulnerabilidad	178
5.6 Evaluación	182
5.6.1 Ozono	182
5.6.2 Tolvanera	182
5.6.3 Islas de calor	183
5.6.4 Inversión térmica	184
5.6.5 Lluvia ácida	184
5.7 Drenado de la ZMM	185
5.8 Caso: Juan Ixhuatepec	188
Conclusiones	196
Recomendaciones	203
Referencias	205
Anexos	
Mapas	210
Normas Pemex	220
Normas Gas LP	225
Norma de Gas Natural	227
Normas de salud	228
Normas de SEMARNAT	229

Índice de Figuras

Figura 1.1.	Consumo de energía en el mundo desde 1990 hasta 2008 con proyección al 2035	16
Figura 1.2.	Árbol del Riesgo de accidentes para transporte, acopio, distribución y usos de carburantes	25
Figura 1.3.	Volcadura de pipa de transporte de combustóleo provocando derrames	26
Figura 1.4.	Derrame de carburantes provocan daños al ecosistema	26
Figura 1.5.	Oleoducto uniones de accesorios	27
Figura 1.6.	Instalación de Ductos de Acuerdo a la Norma NRF-032-PEMEX-2006 SISTEMAS DE TUBERÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES – DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.	28
Figura 1.7.	Estación de gasolina. Mostrando los tubos de desfogue de vapores.	32
Figura 1.8.	Recuperación de vapores	33
Figura 1.9.	Instalación típica de tanques de Almacenamiento con su desfogue a la atmosfera	34
Figura 2.1	La gráfica muestra el comportamiento de los Contaminantes	44
Figura 2.2	Efecto Invernadero	46
Figura 2.3	Frecuencia de Inversión Térmica desde 1986 hasta 2009	47
Figura 2.4	Frecuencia de Inversión Térmica cuatro períodos mostrando la importancia del clima	48
Figura 2.5	Parámetros que definen una Inversión Térmica donde las líneas punteadas de T0, T1, T2 y T3 son líneas de igual temperatura (isotermas).	50
Figura 2.6	Corte transversal de la ZMVM. Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del DF. Seguimiento al Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Valle de México.	52
Figura 2.7	La gráfica muestra la temperatura máximas y mínimas en el espacio urbano.	54
Figura 2.8	Distribución de temperatura promedio, durante las 24 horas durante los años 2004; 2005; y 2006.	55
Figura 2.9	Muestra el domo de las ondas de calor y el flujo de las termales.	56
Figura 2.10	La gráfica muestra los milímetros de Lluvia ácida mensualmente.	59
Figura 2.11	Formación de la Lluvia Ácida.	60
Figura 2.12	Precipitación pluvial en la Cd de México desde 1990	60
Figura 2.13	Muestra las curvas igual precipitación en la ZMVM.	61
Figura 2.14	Ecuaciones diferenciales homogéneas que muestran la interacción de los Sistemas.	63
Figura 2.15	Sistema de lazo cerrado.	63
Figura 2.16	Diagrama de Influencia positivo y negativo	65
Figura 2.17	Diagrama de retorno.	65
Figura 2.18	Bucle de retroalimentación.	66
Figura 2.19	Diagrama de Forrester	67
Figura 2.20	Censos de Población 1910-2000.	68
Figura 2.21	Porcentaje de población por lugar de residencia, 1910-2010	69
Figura 3.1	División Política de la Zona Metropolitana del Valle de México	72
Figura 3.2	Yacimiento de Petróleo	81
Figura 3.3	Refinería 18 de Marzo Azcapotzalco México	83
Figura 3.4	Proceso de refinado del Petróleo Crudo; diagrama clásico del refinado	84
Figura 3.5	Red de ductos y Terminales de Almacenamiento y Distribución de Combustibles en la Zona Centro del País.	86

Figura 3.6	Terminal de Almacenamiento y Distribución	87
Figura 3.7	Red de ductos, poliductos y oleoductos en la República Mexicana	89
Figura 3.8	Centros de Almacenamiento de Combustibles	96
Figura 3.9	Terminal Satélite Añil.	99
Figura 3.10	Almacenamiento de combustible aeropuerto	100
Figura 3.11	Terminal Satélite San Juan Ixhuatepec	100
Figura 3.12	Depósito de PEMEX Venta de Carpio y la Termoeléctrico Adolfo López Mateos en el mismo lugar.	101
Figura 3.13	La Terminal de Almacenamiento y Distribución de Azcapotzalco.	102
Figura 3.14	Terminal Satélite de Barranca del Muerto	102
Figura 3.15	Distribución de Adultos Mayores de 60 Años	112
Figura 3.16	Distribución de Niños Menores 14 Años	113
Figura 4.1	Proceso Normativo	121
Figura 4.2	Distribución y Cobertura de las Estaciones de Monitoreo SIMAT	122
Figura 4.3	Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) 19 Marzo 2012 a la 8:00 PM.	127
Figura 4.4	Fotografía que mide la visibilidad de la ZMVM 18 de Marzo a las 20 PM.	128
Figura 4.5	Distribución espacial de la concentración promedio anual de ozono durante 2009 en la ZMVM.	133
Figura 4.6	Distribución de la concentración del Ozono en la ZMVM	136
Figura 4.7	Programa de acciones para la mejora del medio ambiente y reporte de la concentración del Dióxido de Azufre	138
Figura 4.8	Localización de los contaminantes SO _x	141
Figura 4.9	Monitoreo Bióxido de Nitrógeno 1990 al 2000 y Programas PICCA y PROAIRE; ZMVM	144
Figura 4.10	Distribución espacial del Bióxido de Nitrógeno	146
Figura 4.11	Distribución espacial de partículas PM ₁₀ .	151
Figura 4.12	Monitoreo de partícula suspendidas PM ₁₀ en la ZMVM (fuente PROAIRE).	152
Figura 5.1	Escenario del riesgo	158
Figura 5.2	Aplicación de la Catástrofe "Disparo"	161
Figura 5.3	Ciclo Hidrológico	162
Figura 5.4	La onda expansiva de la TAD Añil dañaría la zona urbana como lo muestra la figura	174
Figura 5.5	Velocidad Vehicular en el DF. Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal	176
Figura 5.5 Bis		177
Figura 5.6	Flujo de los vientos ZMVM a las 24 horas	180
Figura 5.7	Área verdes	181
Figura 5.8	Altitud en metros ZMVM área de estudio	186
Figura 5.9	Efecto Playa	188
Figura 5.10	Planta de almacenamiento de Gas LP. San Juan Ixhuatepec	189
Figura 5.11	Vista de la planta de San Juan Ixhuatepec	190
Figura 5.12	Planta de Almacenamiento San Juan Ixhuatepec	191
Figura 5.13	Planta de almacenamiento de GLP Los círculos proyectan el impacto de la conflagración	193
Figura 5.14	Explosión Planta de Almacenamiento de PEMEX. San Juan Ixhuatepec	194

Índice de Tablas

01	Asentamientos Urbanos y el Crecimiento Demográfico	14
02	Desarrollo Poblacional de la ZMVM	14
03	Consumo de combustibles desde 1990 al 2008 las unidades de consumo están en Peta julios	17
04	Tendencias de crecimiento de los energéticos	18
05	Derecho de vía	28
06	Escenarios posibles de accidentes químicos	29
07	Principales accidentes ocurridos en los últimos 7 años	30
08	Cronología comparativa de las recomendaciones de OMS, USEPA, y NOM	36
09	Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes a los elementos criterios que regulan las emisiones atmosféricas	38
10	Datos concentrados relativos a la frecuencia de la inversión térmica	51
11	Temperaturas registradas durante 2004 en las Estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Distrito Federal (SIMAT); TAC Tacuba; EAC Fes Acatlán; SAG San Agustín; TLA Tlalnepantla; XAL Xalostoc; MER Merced; PED Pedregal; CES Cerro de la Estrella; PLA Platero; HAN Hangares; VIF Villa de las Flores; CUA Cuajimalpa; CHA Chalco; y TAH Tláhuac.	53
12	Reacciones Químicas de los Óxidos de Azufre	57
13	Reacciones Químicas de los Óxidos Nítricos.	57
14	División Política de la ZMVM	73
15	Demografía Urbana de la ZMVM	77
16	Proyección de la población para la ZMVM por entidades Delegaciones del DF. Municipios del Edo. México e Hidalgo	79
17	Calidades de los Petróleos Crudos de acuerdo a la Normas API	82
18	Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) 18 de Marzo Azcapotzalco. Dueñas Salgado José Miguel Gerente Comercial de la Zona Valle de México, La Terminal de Almacenamiento y Distribución 18 de Marzo; Pemex Refinación	88
19	Refinerías de Petróleos Mexicanos (PEMEX)	90
20	Almacén de combustible	90
21	Clasificación de Residuos Peligrosos en los Procesos Industriales (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-ECOL-93, QUE ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS, EL LISTADO DE LOS MISMOS Y LOS LIMITES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE	93
22	Clasificación de las sustancias peligrosas Norma NFPA 704	95
23	Normas de PEMEX	98
24	Poder Calorífico de algunos Combustibles	104
25	Consumo energético histórico de la ZMVM 1990 – 2008	105
26	Consumo Anual de Combustibles	106
27	Consumo de Combustible de los diferentes Sectores	107
28	Elaborado con información de la EOD-07. (Dato de viajes atraídos).	108
29	Programa integral de Transporte y Vialidad 2001-2006	110
30	Inventario de emisiones anuales de la ZMVM, 2008.	111
31	Los IMECA de la Zona Metropolitana del Valle de México	126
32	NADF-009-AIRE-2006	129
33	Norma Oficial Mexicana NOM -020- 1993	132
34	Reporte de IMECA de 1990 a 2000.	134
35	Evaluación del cumplimiento de NOM de Ozono 2006 al 2009	135
36	Comparativo de Especificaciones de la NOM con relación a Organismos Internacionales	136
37	Norma Oficial Mexicana NOM – 022 – 1993. Bióxido de Azufre.	137

38	Evaluación del cumplimiento del Dióxido de Azufre de los indicadores de la NOM -022- 1993 para monitoreo durante 2009	140
39	Tabla comparativa Normas Internacionales con relación a la NOM-022-1993 Dióxido de Azufre	141
40	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-SSA1-1993	143
41	Cumplimiento Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993	145
42	Comparación de la NOM con Normas Internacionales del Dióxido de Nitrógeno.	145
43	NOM-025-SSA1-1993 Partículas de 10 micras	148
44	Registros de las Estaciones de Monitoreo SIMAT, Muestran el no Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-1993 Partículas PM ₁₀	149
45	Registros de las Estaciones de Monitoreo SIMAT, Muestran el no Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-1993 para partículas PM _{2.5}	150
46	Comparando la NOM Material Particulado de 10 micras, con Normas Internacionales	150
47	Comparando la NOM Material Particulado de 2.5 micras, con Normas Internacionales.	150
48	Eventos del Riesgo	165
49	Constante K para temporada y lugar en la ZMVM	165
50	Amenazas.	166
51	Proyecto para el diseño de una estrategia integral de gestión de la calidad del aire en el Valle de México, 2001-2010. MIT, 2000	167
52	Incremento de la superficie urbana durante 1950 al 2010.	168
53	Incrementos de la Población	169
54	Factor contaminante	170
55	Emisiones horarias de la ZMVM	171
56	Consumo anual de combustible	173
57	Movilidad	176
58	Índice de Amenaza	178
69	Factores de vulnerabilidad.	179
60	Capacidades de los tanques de la Planta de San Juan Ixhuatepec	193

INTRODUCCIÓN

La economía del país está sustentada en los energéticos, por ello, que el crecimiento de la ciudad y el desarrollo urbano se basa en la demanda de los combustibles. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) en las últimas tres décadas ha tenido un crecimiento impresionante en el área de la industria, el transporte, la vivienda y los servicios; de ahí que sería inimaginable el problema del agotamiento de la gasolina, el diésel y derivados. Si la situación se presentará, se tendrían protestas violentas de los consumidores, dado a que la mayoría de las actividades económicas dependen del uso y manejo de los combustibles.

Esta investigación se justifica por el riesgo existente en el uso y manejo de combustibles; que ha ocasionado graves accidentes, como los ocurridos en las catástrofes de años anteriores, mismos que fueron cruciales, causaron muerte, desolación, así como daños materiales significativos. Sucesos que dejaron marcada la conciencia ciudadana, siendo aún un recuerdo que sigue siendo noticia. Ejemplo de ello, los eventos ocurridos en Londres 1952, en San Juan Ixhuatepec 1984, Guadalajara 1992; y San Martín Texmelucan 2010.

Se aborda la problemática del manejo y uso de los combustibles en la ZMVM, así como los riesgos causados en la seguridad, salud de los habitantes y los impactos en la infraestructura urbana. El término de hidrocarburo se refiere a los *Combustibles*: Gasolina, Diésel, Gas Natural y Gas LP, Turbosina y Combustóleos; el *manejo* se entiende como el almacenamiento, transporte y distribución en la zona; y por *uso* se entiende el consumo que se hace de él; por último, los agentes de *Consumo* se refieren al parque vehicular, el uso doméstico en los hogares, el uso comercial y el uso industrial.

Las problemáticas consisten en:

- a. Reconocer los riesgos de la actividad de transporte, almacén, distribución y consumo que los hidrocarburos tienen para verificar si existen los medios para regular y controlar los efectos nocivos en la salud y seguridad de la población.
- b. Identificar la Norma Oficial Mexicana que regula la actividad y los contenidos de las leyes que aplican a la materia para el control y prevención del riesgo para así verificar si se cumple y si se observan las disposiciones legales necesarias en la investigación.

El lugar de la investigación es la ZMVM que **se ubica sobre los 19°20' de Latitud Norte y 99°05' de Longitud Oeste, forma** parte de una cuenca, la cual tiene una

elevación promedio de 2,240 msnm y una superficie de 9,560 km². Se integra por las 16 Delegaciones del Distrito Federal y 58 Municipios del Estado de México y un Municipio del Estado de Hidalgo: Acolman, Amecameca, Apaxco, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Atlautla, Axapusco, Ayapango, Coacalco de Berriozabal, Cocotitlán, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Ecatzingo, Huehuetoca, Hueypoxtla, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotzingo, Juchitepec, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Nextlalpan, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Ozumba, Papalotla, San Martín de las Pirámides, Tecámac, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Aire, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepetlixpa, Tepetzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Tlamanalco, Tlalnepantla de Baz, Tonanitla, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad, Villa del Carbón, Zumpango y Tizayuca.

Los Riesgos por el abasto son: derrames, fugas, explosiones e incendios y por el uso es la contaminación atmosférica. Los eventos producidos por la vulnerabilidad de la ZMVM y el clima destacan la Inversión Térmica, la Lluvia Ácida, las Tolvaneras, los gases reactivos (NO_x, SO_x, CO_x,) y los Hidrocarburos Crudos Volátiles que producen el Ozono.

Los suministros llegan a ZMVM, desde las Refinerías de Miguel Hidalgo en Tula y Lázaro Cárdenas en Minatitlán, hasta la TAD de la Terminal de Almacenamiento y Distribución 18 de Marzo, Azcapotzalco. Las instalaciones entraron en operación el 16 de septiembre de 1996 y cuentan con una capacidad de almacenamiento de 1.5 millones de barriles, misma que cubre la demanda del Valle de México por espacio de diez días.

La Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2005 establece la especificación de los combustibles: gasolina, turbosina, diésel, combustóleo, gasóleo y gas LP. La distribución Geográfica: Noreste, Centro Noreste, Sureste, Bajío, Centro y Pacífico. La Zona Metropolitana del Valle México, pertenece a la Zona Centro, constituidas por la TAD de Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Pachuca, Toluca, Celaya, Querétaro; la TAD 18 de Marzo Azcapotzalco, la TS terminal Satélite Oriente Añil, la TS Barranca del Muerto Sur, la TS Norte y San Juan Ixhuatepec.

Las gasolinas que se utilizan en la Ciudad de México provienen de importación y llegan al Puerto de Arenque en Ciudad Madero Tamaulipas, ahí son transportadas a la ZMVM por estaciones de bombeo y por la red de oleoductos hasta la TAD de Azcapotzalco.

La investigación consta de cinco capítulos:

El capítulo I hace referencia a las variables *urbana* y *poblacional* dando a conocer los datos que precisan el crecimiento extremo, muestra el hecho de que los combustibles son el eje del desarrollo económico y a su vez, que son sustancias peligrosas. Destaca el impacto al sistema económico que identifica bienestar con expansión y ésta en consumo de energía creciente; el 75% de la energía que se utiliza procede de combustibles fósiles: petróleo (32%), carbón (26%) y gas natural (17%). Para la ZMVM, en 1998, se consumieron 579 petajoules de energía por el uso de combustibles fósiles (14% del consumo nacional), esto equivale a consumir 301 mil barriles diarios de gasolina; PEMEX reporta 1500 MBD (Miles de Barriles Diarios). También refiere a la catástrofe ocurrida en la Ciudad de Londres, en diciembre de 1952 donde lograron reglamentar el uso de los combustibles y la promulgación de las Leyes del Aire Limpio en el Reino Unido y, en 1956, la Ley de Aire Limpio. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en 1972, en Estocolmo, fue la primera conferencia internacional sobre el medio ambiente que logró reunir a 113 naciones y a otras partes interesadas. Se relatan los accidentes sucedidos en los ductos de PEMEX, así como los beneficios de los programas PROAIRE y PICCA. Al final del capítulo establece el propósito general y los objetivos del trabajo de investigación.

El capítulo II Marco Teórico: Describe los argumentos teóricos que fundamentan la investigación, hace un breviarío histórico de la ciudad y define lo urbano. Trata la teoría de sistemas y propone un algoritmo para el cálculo de probabilidades del riesgo, por ultimo plantea la metodología y las variables que constituyen al riesgo.

En el capítulo III Combustibles: se describe el origen del petróleo, el itinerario de los ductos, los centros de acopio, el refinado y las características del mismo. Se ilustra con fotografías los riesgos por almacenaje para mostrar la amenaza, trata dos casos de accidentes por fugas y derrames lo que ocasiona graves daños ecológicos. Se proporcionan datos sobre los consumos de combustible en la ZMVM para conocer las emisiones de contaminantes y partículas en suspensión, así como la ubicación de personas vulnerables a los daños o riesgos como los niños y ancianos.

El capítulo IV Normatividad se dedica a la descripción del conjunto de normas que tiene la finalidad de regular el uso y manejo de los combustibles, los estándares que regulan la contaminación, como la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (con la regulación de las áreas protegidas). Se describe en la ZMVM, la vulnerabilidad y la amenaza del área, la problemática del crecimiento urbano y poblacional. De igual manera se trata ampliamente el proceso normativo y las actividades del SIMAT y se expone la norma de los IMECAS con

estadísticas y mapas sobre el cumplimiento de la normatividad y la ubicación del riesgo.

El capítulo V Riesgos explica los riesgos bajo el enfoque teórico de la catástrofe; se clasifican los peligros en eventos generadores de desastres que causan daños a la salud de las personas. En el manejo de los hidrocarburos destacan los derrames, fugas, incendios y explosiones; en el uso: la inversión térmica, los gases corrosivos donde el ozono forma parte de ellos, las tolvaneras con las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, que forma parte de la nata parduzca que invade la ciudad; y la lluvia ácida. Por último, se aplica un modelo basado en criterio de amenaza y vulnerabilidad para evaluar la probabilidad del riesgo.

Se concluye que en la ZMVM existe la reglamentación suficiente para valorar y controlar la contaminación en el valle; sin embargo, la falta de voluntad y los intereses de los poderes facticos dificultan la aplicación de la normatividad. No obstante, la problemática de la ZMVM es la capacidad de drenado y el tiempo de residencia de los contaminantes atrapados en la cuenca, que está en función del flujo másico para drenarlos fuera del valle. La respuesta se encuentra en el fenómeno climático. La cuenca tiene que recuperar el ciclo de drenado natural que se daba en las décadas de los cincuenta, sesenta y setenta, es decir, al inicio de la debacle del crecimiento fuera de control.

La investigación no hubiera sido posible sin el apoyo, la paciencia y la comprensión de la Directora de Tesis Dra. Gemma Verduzco Chirino, los Tutores: Dr. Julio Cesar Kala, Dr. Edmundo Arias Torres y la colaboración de los Asesores: Dr. Héctor Robledo Lara y el Dr. Jaime Peña Ramírez a los que hago patente mi agradecimiento. Por otra parte, al apoyo recibido por la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Posgrado de Urbanismo y la Facultad de Estudios Superiores Acatlán. A todos ellos: autoridades, profesores y personal administrativo les agradezco la fina atención, ya que siempre me brindaron su apoyo.

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO URBANO

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

Capítulo I Antecedente

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es el territorio donde reside el 20% de los habitantes del país, es el centro fabril y comercial de mayor importancia, por la dinámica y las migraciones que ha tenido desde la década de los setenta ha duplicado la población y los asentamientos urbanos, se han invadido zonas protegidas de la ciudad que ponen en riesgo la sustentabilidad urbana.

AÑO	Total de Municipios	Área Urbana (Hectáreas)	Población
1900		2,714	344,700
1930		9,140	1,048,900
1940		11,743	1,757,530
1950	2	28,568	2,982,075
1960	4	43,638	5,155,327
1970	11	74,632	8,656,851
1980	21	107,973	13,734,654
1990	28	133,680	15,047,685
2000	38	147,928	17,942,172
2005	59 y 16 delg.	785,400	19,239,910

Tabla 01. Asentamientos Urbanos y el Crecimiento Demográfico (Fuente CONAPO, Escenario Demográfico y Urbano de la ZMVM 1900 - 2000) [1]

Según datos del II Censo de Población y Vivienda 2005, la ZMVM registró para este año un total de 19,239,910 habitantes, cifra que representa el 18.6 % del total nacional. De ellos, el 45.3% vive en las 16 Delegaciones del DF. Y para el 2010 se reporta una población de 20 979 616 para la ZMVM.

Crecimiento Demográfico de la ZMVM								
Entidad	1990		1995		2000		2005	
D.F.	8,235,744	52.9 %	8,489,007	49.1 %	8,605,239	46.8%	8,720,916	45.3 %
Edo. Mex.	7,297,758	46.9 %	8,769,175	50.7 %	9,745,094	53 %	10,454,340	54.4 %
Hidalgo	30,293	0.2 %	39,357	0.2 %	46,344	0.3 %	56,573	0.3 %
ZMVM	15,563,795	100 %	17,297,539	100 %	18,396,667	100 %	19,231,829	100 %

Tabla 02 Desarrollo Poblacional de la ZMVM. Fuente. INEGI, CONAPO, Y SEDESOL. 2004. [2]

La tabla 01 y 02 muestran la magnitud del crecimiento de las dos variables: la urbana y la poblacional; se observa que en 1990 el área urbanizada es de 133,680 Hectáreas y se incrementó para el 2005 en 785,400 Hectáreas existiendo una diferencia de 153, 720 Hectáreas contra un crecimiento de la población, en el mismo rango de 4.2 millones de habitantes; lo que ha ocasionado una fuerte presión sobre los asentamientos. A su vez en la escases de vivienda y el alto precio del suelo en la zona céntrica; con la consecuencia de expulsar a la vivienda hacia la periferia y con ello la invasión de las zonas protegidas.

La Investigación tiene importancia porque se enfoca en los peligros que se relacionan con el manejo y el uso de los combustibles. En un territorio tan complicado como la ZMVM, el trabajo se justifica por el interés que existe en la sociedad; el beneficio que conlleva la actividad investigadora en la caracterización de la sustancia química, la clasificación en el padrón del listado de productos químicos, los incendios y explosiones, el conocimiento de la normatividad urbana y la problemática que se presenta en la aplicación de la misma. Las atribuciones de la autoridad gubernamental para llevar al cabo la normatividad vigente y aplicable para mitigar los efectos de las sustancias peligrosos. El marco jurídico de leyes, acuerdos y normas, además de una estructura institucional que regule las consecuencias del manejo del combustible y el otro aspecto, de mayor interés, es el académico que permite la formación de especialistas que desarrollen proyectos de investigación en la ZMVM para generar los conocimientos y las experiencias necesarias para el mejoramiento de la calidad de vida en la Ciudad.

En lo académico la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en los programas de estudio, cuenta con licenciaturas en la materia petrolera; así también el Instituto Politécnico Nacional (IPN), de la misma manera científicos de estas Instituciones crearon en la década de los sesenta el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

El manejo de la energía en la ZMVM trae como consecuencia múltiples actividades que tienen un alto grado de complejidad, que implica abastecer a grandes consumidores de combustible por lo cual es indispensable constituir una estructura institucional donde se transporte, almacene y distribuya el carburante en condiciones seguras y rentables para los grandes consumidores que mantienen la actividad económica de la Ciudad.

Los grandes consumidores que exigen el servicio de las termoeléctricas (localizadas en Venta de Carpio ubicada al noreste de la Ciudad y la otra ubicada en Tlalnepantla en Lechería al Noroeste de la Ciudad); el transporte vehicular,

de carga, y de pasajeros; la industria ubicada en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla por la zona norte y el poniente de la Ciudad; la industria ubicada en la Vía Morelos en el Municipio de Ecatepec; La zona industrial de Iztapalapa en la parte oriente de la Ciudad; los servicios de hospitales, hoteles, plazas comerciales, comunicación y los hogares distribuidos por toda la Ciudad.

El manejo de la energía debe estar sujeto a normas que regulen la actividad y garanticen seguridad en el uso y manejo de los combustibles en la modalidad de suministro, almacenaje, distribución y consumo; no obstante, los riesgos están presentes dada la compleja dinámica de la ciudad. La problemática implica una serie de etapas donde se requieren esfuerzos de colaboración en todas las entidades de gobierno y la sociedad; sin embargo, es motivo de asombro observar la sensibilidad cuando se opera un cambio en el suministro y aumento del precio de las gasolinas; los efectos son inmediatos en la economía; manifestándose con la protesta social, en el deterioro de las instalaciones urbanas y en consecuencia en todos los servicios de la ciudad; de ahí la importancia que la ZMVM cuente con los energéticos en la cantidad y calidad suficiente, con la seguridad para evitar riesgos que generen conflagraciones y catástrofes en la Ciudad.

1.1. Energéticos

El sistema económico¹ [3] y productivo identifica bienestar con expansión y tiene un consumo de energía creciente; el 75% de la energía que se utiliza procede de combustibles fósiles: petróleo (32%), carbón (26%) y gas natural (17%). Sin haberlo planeado se han topado con los límites del sistema económico actual, bastante antes del anunciado agotamiento de los recursos.

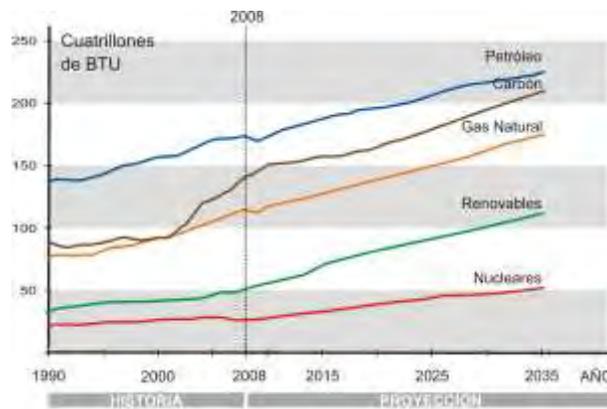


Figura 1.1. Consumo de energía en el mundo desde 1990 hasta 2008 con proyección al 2035. (Fuentes: International Energy 2011 Outlook (DOE/EIA – 0484 (20011) September 2011))

¹ Martínez Corbalá, G. Crisis energética y geopolítica del petróleo.

Domand e. Linda, Demand Energy.

En el transporte, la dependencia de derivados petrolíferos es superior al 95% sin que aparezca en un futuro próximo ninguna tecnología que lo sustituya.

La ZMVM tiene altos consumos de combustibles, la siguiente tabla muestra el consumo.

AÑO	CONSUMO (Petajoules)	CONSUMO (%)			
		Transporte	Industria	Residencial	Servicios
1990	443	55.2	29.6	12.7	2.6
1991	433	56.9	27.5	13.0	2.6
1992	433	58.2	24.3	14.7	2.8
1993	475	56.5	28.0	13.1	2.5
1994	501	53.0	30.8	13.7	2.5
1995	493	53.8	30.0	13.8	2.5
1996	491	53.8	30.3	13.5	2.3
1997	478	56.3	27.1	13.8	2.8
1998	491	56.0	27.7	13.5	2.8
1999	488	56.1	28.4	12.5	3.0
2000	497	57.5	26.4	12.9	3.2
2001	500	57.6	26.6	12.4	3.4
2002	515	57.0	27.1	12.2	3.7
2003	513	56.3	27.1	13.1	3.5
2004	539	59.1	24.7	13.0	3.1
2005	527	56.9	26.7	13.2	3.1
2006	545	57.3	27.0	12.8	2.9
2007	569	59.1	24.4	13.4	3.1
2008	576	59.8	23.9	13.3	3.0

Elaborado con datos de: 1) PEMEX-Refinación (2008). Ventas de gasolina y diesel 2007 y 2008. 2) SENER. Perspectiva del mercado de Gas LP y Gas Natural 2008-2017.

Tabla 03 Consumo de combustibles desde 1990 al 2008 las unidades de consumo están en Petajoules. [4]

La ZMVM, en 1998 consumió 579 petajoules de energía por el uso de combustibles fósiles (14% del consumo nacional), esto equivale a consumir 301 mil barriles diarios de gasolina²; PEMEX reporta 1500 MBD (Miles de Barriles Diarios) capacidad de abastecimiento de la Terminal de Almacenamiento y

² Gobierno del Distrito Federal, Programa para mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Distribución (TAD) de Azcapotzalco que tiene de reserva para que la ciudad opere durante 10 días.

La figura 1.1. presenta los datos obtenidos de la Tabla 04 utilizados para la interpretación de la influencia de los energéticos en la aportación de los contaminantes y la dependencia que se tiene en el desarrollo económico.

ENERGÉTICO	1990		2000		2008	
	(BTU) x 10 ¹⁸	%	(BTU) x 10 ¹⁸	%	(BTU) x 10 ¹⁸	%
Petróleo	140	38 %	152	39.6 %	173	34 %
Carbón	90	24 %	80	20.8 %	143	28 %
Gas Natural	80	22 %	80	20.8 %	110	22 %
Renovables	39	10 %	12.5	12.5 %	50	10 %
Nuclear	20	6 %	6.3	6.3 %	30	6 %
TOTAL	369	100 %	384	100 %	506	100 %

Tabla 04 Tendencias de crecimiento de los energéticos [5]

Los energéticos han tenido un incremento considerable. El petróleo, en la última década, ha crecido de 152 x 10¹⁸ BTU en el año 2000, para el 2008 creció 173 x 10¹⁸ BTU, presentándose un incremento de 21 x 10¹⁸ BTU. Por su parte, el carbón presentó en la misma década un incremento de 63 x 10¹⁸ BTU; es decir, el consumo del carbón fue superior al petróleo; por ello resulta que las emisiones de los CO_x y los SO_x son superiores a la década posterior; lo anterior tiene explicación en los incrementos de los precios del barril de petróleo. Por otra parte en la ZMVM hubo un incremento de 497 Peta Joules en el 2000 y para el 2008 se consumió la cantidad de 576 Peta Joules con un incremento de 79 Peta Joules.

1.2 Aspectos Históricos

Las primeras manifestaciones sobre los problemas del medio ambiente documentados son el fenómeno de inversión térmica ocurrida en la Ciudad de Londres en diciembre de 1952 que motivó para la reglamentación del uso de combustibles y a partir de esta situación se promulgaron en el Reino Unido las Leyes del Aire Limpio y en 1956 la Ley de Aire Limpio. La ley estaba dirigida a fuentes internas de la contaminación del humo de los consejos locales y a su vez era encargada de autorizar el establecimiento de zonas sin humo, otorgó subsidios a los hogares (pasó de carbón tradicional a los calentadores que utilizan gas, petróleo, carbón o electricidad sin combustión). La Ley de Aire

Limpio 1968 ordenó altas chimeneas, este acto se dirigía al principio básico del uso de altas chimeneas en las industrias que queman carbón, líquido o de gas. La Conferencia de las Naciones Unidas³ sobre el Medio Ambiente celebrada en 1972 en Estocolmo, fue la primera conferencia internacional sobre el medio ambiente que logró reunir a 113 naciones y otras partes interesadas, con el objeto de debatir cuestiones de preocupación común, lo que representó un verdadero parte aguas para el pensamiento moderno sobre el medio ambiente y el desarrollo. El debate de la conferencia rápidamente derivó hacia las relaciones con el desarrollo, la contaminación y degradación ambiental derivadas del mismo, el papel de la pobreza y la incidencia del crecimiento poblacional.

En 1970, el Club de Roma, una asociación privada compuesta por empresarios, científicos y políticos, encargó a un grupo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology bajo la dirección del profesor Dennis L. Meadows, la realización de un estudio sobre las tendencias y los problemas económicos que amenazan a la sociedad global. Los resultados fueron publicados en marzo de 1972 bajo el título "Los Límites del Crecimiento". Dentro de las conclusiones del estudio fueron:

"Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial".

Poco después de publicarse el informe del Club de Roma los precios del petróleo y de las materias primas se dispararon y los países occidentales se hundieron en la crisis económica más grave y prolongada que habían conocido desde la Segunda Guerra Mundial.

La subida de los precios del petróleo en los años setenta estimuló la investigación de nuevos campos, explotaciones y técnicas ocasionando que en la actualidad haya muchas más reservas petrolíferas que entonces. El aumento de la oferta y la contracción de la demanda desaparecieron el fantasma del agotamiento⁴ de los recursos. En 1973, la producción mundial de petróleo fue de 2.836,4 millones de toneladas (MT) mientras que las reservas estimadas eran de 86.096 MT por

³ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial De Estocolmo a Johannesburgo: Medio ambiente y desarrollo en América Latina y el Caribe.*

⁴ Dennis L. Meadows. *Los Límites del Crecimiento.*

lo que se podía calcular, mediante una simple división, que sólo durarían 30, 35 años, es decir, hasta el 2003.[6] En 1990, el ritmo de extracción de petróleo había aumentado hasta los 3.257 MT, pero como las reservas conocidas eran mucho mayores, 136.478 MT, el plazo hasta su agotamiento había aumentado a 42 años más, es decir, hasta el 2032. Los descubrimientos de nuevos pozos y reservas no cesan.

Como resultado concreto de la conferencia, además de una declaración de políticas, se recomendó la creación de una agencia ambiental en la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Meses más tarde, una resolución de la Asamblea General de la ONU creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con sede en un país del hemisferio sur (Kenia) y oficinas en las regiones, siendo ubicada la de ALC en México

En 1982, se creó el Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, el espacio político de más larga trayectoria, representatividad e importancia para la concertación de políticas y respuestas ambientales a escala regional, formado por todos los países de la región. La secretaría del Foro de Ministros está encargada a la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA/ORPALC). Desde 1982, el Foro ha celebrado 13 reuniones en distintas ciudades de la región para orientar las actividades en el campo ambiental con el fin de que la cooperación regional e internacional sea cada vez más eficaz y coherente, de esa manera contribuir a las prioridades identificadas por los ministros.

La ONU conformó, en 1983, una Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo bajo la presidencia de la Noruega Gro Harlem Brundtland, agrupó a 23 miembros (se incluyeron a cuatro latinoamericanos).

“Nuestro futuro común”, el informe de la Comisión, plantea la posibilidad de un crecimiento económico basado en políticas de sostenibilidad y expansión de la base de recursos ambientales. Observó que muchos ejemplos de “desarrollo” conducían a aumentos en términos de pobreza, vulnerabilidad e incluso degradación del ambiente. Por eso surgió como necesidad apremiante un nuevo concepto de desarrollo, un desarrollo protector del progreso humano hacia el futuro, el “desarrollo sostenible”, definido como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas” (CMMAD, 1987).

El informe agrega que una “economía sostenible” es el producto de un desarrollo de ese tipo, donde se logra mantener la base de recursos naturales y “puede continuar desarrollándose mediante la adaptación y mejores conocimientos, organización y eficiencia técnica, y una mayor sabiduría”. Esta estrategia deja

en claro que se requieren profundos cambios culturales, y propone nueve **principios para una "sociedad sostenible": respetar y cuidar la comunidad de los seres vivos, mejorar la calidad de la vida humana, conservar la biodiversidad, reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables, mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra, modificar las actitudes y prácticas personales, facultar a las comunidades para que cuiden su propio ambiente, proporcionar un marco nacional para la integración del desarrollo y la conservación y forjar una alianza mundial.**

En diciembre de 1989, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en respuesta a la Comisión Brundtland, decidió convocar a una Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo en junio de 1992. Se decidió que las naciones estarían representadas en la conferencia por sus jefes de estado o de gobierno, **convirtiéndola en la primera "Cumbre de la Tierra". La resolución 44/228 dejó claro que ésta sería una conferencia sobre "ambiente y desarrollo" y que los temas deberían tratarse sobre una base integrada en cada aspecto, y considerar desde el cambio climático hasta los asentamientos humanos.**

México a través de las autoridades correspondientes como las del Gobierno Federal y las del Gobierno del Distrito Federal han realizado acciones que han contribuido a implementar las directrices recomendadas por los Organismos Internacionales.

A partir de 1986, se inicia el registro sistemático de los niveles de contaminación, con la instalación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Las 21 Acciones para Reducir la Contaminación del Aire⁵ [7] y las 100 medidas necesarias puestas en marcha en 1986 y 1987, respectivamente, dieron origen a esfuerzos importantes, entre los que destacaron el inicio de la sustitución de combustóleo con alto contenido de azufre por gas natural en las termoeléctricas y la reducción del contenido de plomo en la gasolina. Surgió el Programa Un Día sin Auto, una iniciativa voluntaria que más tarde se transformaría en el Programa Hoy No Circula en forma obligatoria.

En octubre de 1990, se acordó la instrumentación del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en el Valle de México (PICCA). Los esfuerzos de PICCA se dirigieron a la reducción de las emisiones de plomo, bióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, así como de las partículas generadas por la destrucción de bosques, erosión de zonas deforestadas, tiraderos clandestinos y calles sin pavimentar. Para ello, las estrategias del PICCA se concentraron en:

⁵ Secretaría del Medio Ambiente del Departamento del Distrito Federal. Programa para Mejorar la Calidad del Aire ZMMV 2002-2010.

- a. El mejoramiento de la calidad de los combustibles
- b. La reducción de emisiones en vehículos automotores
- c. La modernización tecnológica y el control de emisiones en industrias y servicios
- d. La restauración ecológica de las áreas boscosas que circundan al Valle de México.

Algunos de los logros más relevantes fueron la introducción de convertidores catalíticos de dos vías en los vehículos nuevos a partir del modelo 1991, a la par que se introdujo el suministro de gasolina sin plomo. También se restringió el contenido de compuestos reactivos y tóxicos en la gasolina, se inició la comercialización, en 1993, de un diésel de bajo azufre (0.05 % en peso) y se establecieron normas vehiculares que propiciaron la introducción de convertidores catalíticos de tres vías en los nuevos vehículos a gasolina. Por otro lado, se completó la sustitución de combustóleo por gas natural en las termoeléctricas y principales industrias del Valle de México en 1992 y se instrumentaron medidas para controlar las emisiones evaporativas en las terminales de distribución de las gasolinas. Una de las medidas de mayor resonancia fue el cierre definitivo de la Refinería 18 de marzo en Azcapotzalco.

En 1996, la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la Secretaría de Salud, el Gobierno del Estado de México y el entonces Departamento del Distrito Federal acordaron la instrumentación del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, conocido como PROAIRE, con el propósito de ampliar, reforzar y dar continuidad a las medidas iniciadas a principios de la década. El objetivo del PROAIRE estuvo enfocado explícitamente a la reducción de las concentraciones pico y promedio de ozono, con la finalidad de disminuir el riesgo a la salud asociado con la exposición de corto y largo plazo a este contaminante.

La eliminación del Tetra etilo de Plomo (TEP) en la formulación de las gasolinas, incorporando un compuesto oxigenante, éter metil terbutílico (MTBE), y el establecimiento de valores máximos más estrictos para el contenido de aromáticos, olefinas y benceno; la disminución del contenido de azufre y aromáticos en el diésel automotriz; la disminución del contenido de azufre en el combustible industrial y la sustitución del combustóleo ligero por el gasóleo industrial cuyo contenido de azufre es menor.

Agenda 21 es una expresión acuñada en la Cumbre de la Tierra (Río, 1992) para referirse al Plan de Acción que los estados deberían llevar a cabo para transformar el modelo de desarrollo actual, basado en una explotación de los recursos naturales como si fuesen ilimitados y en un acceso desigual a sus beneficios, en un nuevo modelo de desarrollo que satisfaga las necesidades de

las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Es lo que se ha denominado desarrollo sostenible, es decir, duradero en el tiempo, eficiente y racional en el uso de los recursos y equitativo en los beneficios.

El 11 de diciembre de 1997, los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases invernadero. El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global : dióxido de (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988. Se trata de un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM.

La función del IPCC consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, las posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo. El IPCC no realiza investigaciones ni controla datos relativos al clima u otros parámetros pertinentes, sino que basa la evaluación en la literatura científica y técnica revisada por homólogos y publicada.

Una de las principales actividades del IPCC es hacer una evaluación periódica de los conocimientos sobre el cambio climático. El IPCC elabora, asimismo, Informes Especiales y Documentos Técnicos sobre temas en los que se consideran necesarios la información y el asesoramiento científicos e independientes, y respalda la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) mediante esta labor sobre las metodologías relativas a los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

1.3 Los Accidentes en el Manejo y Uso del Combustible

El largo camino que recorre el carburante para llegar a la ZMVM va desde el pozo de extracción, conducido por lugares inhóspitos como selvas, pantanos, montañas, barrancos y ríos, hasta llegar a la refinería donde se da la operación de refinado y almacenamiento. Luego es bombeado por ductos con altas presiones donde se utilizan brechas y cimentación para ductos, casas de máquinas para las bombas, compresores y subestaciones para el manejo de la energía eléctrica, todo ello implica un trabajo complejo de ingeniería que debe estar sujeto a normas de instalación, operación y procedimientos de seguridad. Una vez que llega a la Ciudad debe permanecer resguardado en Terminales de Almacenamiento y Distribución (TAD), como en Terminales Satélites (TS). La distribución del carburante en la Ciudad se efectúa a través de pipas que circulan en la zona urbana hasta los puntos de venta, la gasolinera, y de ahí se le despacha al consumidor. La estructura para dar el servicio consta de una red de oleoductos, gasoductos, poliductos centrales de bombeo, de compresión; estaciones de subestación y centros de instrumentación que rodean el territorio.

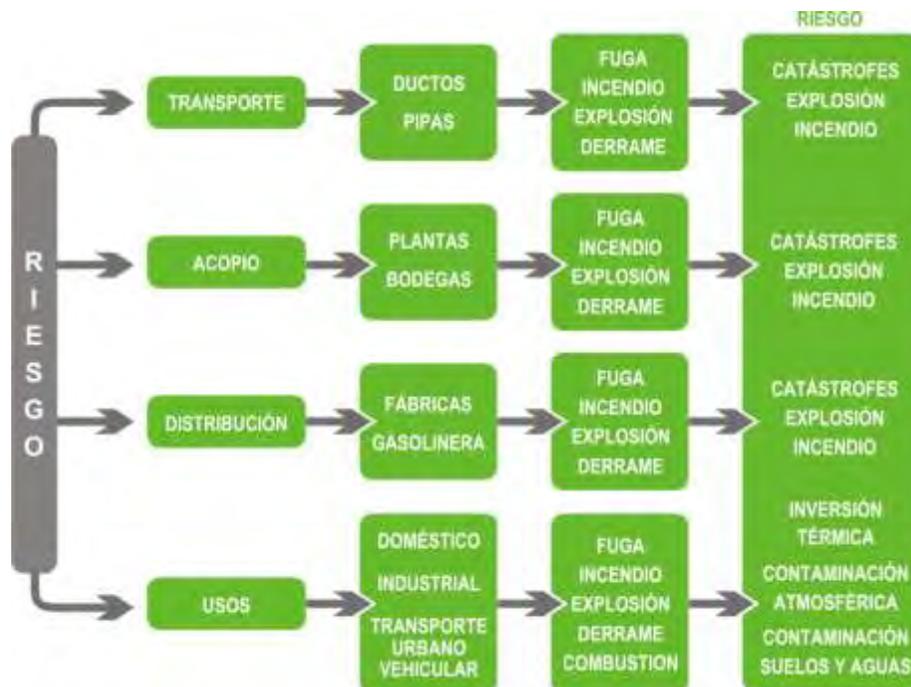


Figura 1.2. Árbol del Riesgo de accidentes para transporte, acopio, distribución, y usos de carburantes.

Los accidentes ocurren por los defectos en las instalaciones debido a la mala conservación del equipo e instalaciones, operaciones no convenientes y descuidos o falta de un programa de mantenimiento y conservación.

El árbol de riesgo ilustra cuatro áreas básicas donde existe la probabilidad de ocurrencia de accidentes en transporte acción que se lleva a cabo por desplazar grandes flujos de materiales a través de ductos o pipas desde la refinería a las Terminales de Almacenamiento y Distribución en ellas ocurren fugas, incendios, derrames; y da lugar a escenarios catastróficos como incendios y explosiones.

El acopio es almacenamiento de combustible en lugares adecuados para evitar peligros, es la actividad de mayor riesgo dado a las cantidades que se manejan, la ZMVM cuenta con lugares de alto riesgo como las Terminales de Almacenamiento y Distribución, las terminales satélites, plantas de almacenamiento de gas LP, termoeléctricas, el aeropuerto, complejos industriales, macro plazas, gasolineras, y cada vivienda de la Ciudad por lo general cuenta con tanques de gas LP. Los riesgos son fugas, derrames, incendios y explosiones; los eventos son catástrofes de incendios y explosiones.

La distribución de combustibles es la actividad de llevar el carburante a zonas estratégicas. Para el reparto en la Ciudad se tienen centrales de acopio en la Zona Norte, Zona Oriente y Zona Sur; el trasiego se hace con una red de ductos que surcan la ciudad y que están instalados en el subsuelo, que por lo general presentan pocas señalizaciones.



Figura 1.3. Volcadura de pipa de transporte de combustóleo provocando derrames. (Fuente: GEO Ciudad de México, Una visión territorial del sistema urbano ambiental)



Figura 1.4. Derrame de carburantes que provocan daños al ecosistema (Fuente: Secretaría de Energía, *Informe preliminar del derrame de crudo ocurrido el 4 de mayo del 2005 en el Km. 50+963 del oleoducto de 24" de diámetro Madero - Cadereyta, en el Municipio de Altamira, Tamps, Informe PEMEX*)

La Ciudad de México cuenta con red de ductos que distribuyen el combustible en el territorio. El riesgo es el derrame, la fuga, la explosión y el escenario es el incendio y la explosión. El uso del combustible es la actividad que se desarrolla en los puntos de venta, las gasolineras, la combustión que se lleva a cabo por la industria, el parque vehicular y los hogares entre otros; los riesgos son los vapores del carburante, fugas, derrames, explosiones, incendios y la contaminación atmosférica derivada de la reacción de combustión.



Figura 1.5. Oleoducto uniones de accesorios (Fuente: Terminal de Almacenamiento y Distribución Planta Añil).

La figura anterior muestra la planta de bombeo de la TAD Añil, se ilustra la instalación de los ductos; se observa el anclaje de sostén donde se apoyan los tubos, las normas técnicas de instalación son rigurosas, las reglas de instalaciones deben respetarse por el hecho de garantizar seguridad; por ejemplo, la siguiente tabla reglamenta el derecho de vía; pero por lo general el incumplimiento es frecuente.

Diámetro (pulgadas)	Ancho del derecho de vía (metros)		
	A	B	C
De 4 a 8	10	3	7
De 10 a 18	13	4	9
De 20 a 36	15	5	10
Mayores de 36	25	10	15

A.- Ancho del derecho de vía. B.- Ancho de la zona de alojamiento del material producto de la excavación, medido desde el centro de la zanja. C.- Ancho de la zona de alojamiento de la tubería durante el tendido, medido desde el centro de la zanja.

Tabla 05- Derecho de vía (Fuente: Norma NRF-PEMEX- 2003; Diseño, Construcción y Mantenimiento de Ductos Terrestres para Transporte de Hidrocarburos).



Figura 1.6. Instalación de Ductos de Acuerdo a la Norma NRF-032-PEMEX-2006 SISTEMAS DE TUBERÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES – DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

Las tuberías deben estar protegidas contra la corrosión debido a la diferencia de acides y de alcalinidad que los terrenos contienen, por ello es necesario que tengan sistemas de protección catódica. Los accidentes son riesgos consumados; por ello, los combustibles con sus diferentes formatos de presentación amenazan la integridad de las personas, así como las pertenencias, por ser sustancias peligrosas; debido a que una vez iniciada la reacción, la manifestación es violenta y explosiva con una gran capacidad de provocar daños a las persona y a los bienes o propiedades. La siguiente tabla presenta el tipo de accidente mencionando características iniciales, los efectos causados , el lugar y la fecha de su verificación.

ACCIDENTE	EFFECTOS	EJEMPLO
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): Nombre con el que se designa una liberación brutal hacia la atmósfera de gas licuado que se evapora e inflama por una fuente externa de ignición, tras la ruptura de un tanque de almacenamiento, resultado de la fusión o perforación de la cubierta de metal.	Los efectos son preponderantemente térmicos y resultado de las ondas de choque por la presión generada, manifestándose en áreas circulares en torno a la instalación y son independientes de las condiciones meteorológicas.	Feyzin, Francia, Junio de 1966 San Juanico, México, noviembre 1984.
UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion): Término aplicado a la explosión de una nube o capa de gas combustible o vapores, tras la ruptura de un ducto.	Los efectos son esencialmente resultado de las ondas de choque por la presión generada.	Port-Hudson, Estados Unidos, diciembre 1970. Garmisch-Partenkirchen, Alemania, diciembre 1986.
Pérdida total e instantánea de confinamiento de gas.	La inhalación del gas puede ocasionar la muerte y efectos irreversibles, en el área hacia donde se dirige la pluma de gas movida por el viento.	Youngstown, Estados Unidos, febrero 1978.
Riesgos ligados a la liberación de gases tóxicos: Ruptura de ductos o depósitos.	La inhalación de los gases puede ocasionar la muerte y efectos irreversibles, en el área hacia donde se dirige la pluma de gas movida por el viento.	Escapes de cloro: Fort Lauderdale, Estados Unidos, febrero 1981. Asfeld, Alemania, enero 1990. Escape de amonio: Bamersville, Estados Unidos, Junio 1981.
Riesgos ligados al almacenamiento inflamables: Casos posibles en los depósitos: Incendio Explosión bola de fuego y proyección del producto en llamas (boil over)	Muertes y lesiones ocasionadas por el fuego, por las ondas de choque o por los proyectiles generados durante las explosiones.	Chateaux, Francia, marzo 1981. Nápoles, Italia, diciembre 1985.
Riesgos ligados al uso y almacenamiento de explosivos y productos explosivos: Explosión de productos y reacciones posibles.	Los efectos son causados directa o indirectamente por la propagación de ondas de choque y por efectos térmicos que ocasionan muertes y lesiones.	Paris, Francia, explosión del arsenal en 1974. Henderson, Estados Unidos, Explosión de una planta de perclorato de amonio, mayo 1988.

Tabla 06- Escenarios posibles de accidentes químicos (Fuentes: Guide on urban development around high-risk industrial sites. Secretary of State to the Prime Minister for the Environment Department. Francia 1990).

FECHA	INCIDENTE	Afectaciones Humanas y/o Ecológicas
05 JUN 2003	Explosión de un ducto de gas natural y otro de gasolina, cerca de la ciudad de Mendoza, Veracruz.	Cinco muertos y ochenta lesionados.
08 ENE 2004	Derrame de 12,000 litros de crudo por corrosión externa del ducto del pozo Tajiri 337, línea Poza Rica - Allamira.	Afectaciones ecológicas.
31 DIC 2004	Derrame de crudo en Cunduacán, Tabasco, en el oleoducto de la central de almacenamiento y bombeo de la terminal marítima de Dos Bocas.	Afectaciones ecológicas.
26 ENE 2005	Derrame en el oleoducto de 30 pulgadas Nuevo Teapa - Poza Rica a la altura de Hueyapan de Ocampo, Veracruz.	Afectaciones ecológicas.
08 JUL 2005	Explosión de un gaseoducto de 48 pulgadas de diámetro de Pemex.	Dos muertos, 13 heridos, daños a viviendas, vehículos y ecológicos.
13 JUL 2005	Explota en la zona sur de Veracruz un oleoducto de 36 pulgadas de diámetro.	Dos muertos y un lesionado.
05 JUL 2007	Cinco explosiones, cuatro de ellas seguidas de incendios, en ductos de gas de tres municipios de Guanajuato.	No hay pérdidas humanas.
05 JUL 2007	Un ducto de combustible se rompe en Iztapalapa.	No hay pérdidas humanas.
26 OCT 2007	Derrame de hidrocarburos en ducto de 30 pulgadas en municipio de Jesús Carranza, Veracruz.	Afectaciones ecológicas a seis poblados y a los ríos Ialtepec, Chiquito y Coatzacoalcos.
SEPT 2008	Explosión de un ducto de gas natural en la autopista México - Querétaro.	Dos personas accidentadas y varias desalojadas.
15 NOV 2008	Explosión de un ducto transportador de metanol en la comunidad Plátano y Cacao, Tabasco.	No hubo afectaciones.
JUN 2009	Ruptura de oleoducto de 16 pulgadas en el municipio de Cunduacán, Tabasco.	Cinco heridos y afectaciones ambientales.
08 SEP 2009	Problemas en el ducto de PREF en el municipio de Guaymas, Sonora.	Afectaciones ambientales.
20 ENE 2009	Acto vandálico sucitó un derrame de hidrocarburos en el Pozo de San Ramón 53, municipio Cárdenas, Tabasco.	Afectaciones Ambientales.
17 JUN 2009	Estallido en la comunidad de Francisco J. Mujica, municipio de Cunduacán, Tabasco.	Cinco personas heridas.
04 OCT 2009	El huracán "Ireña" fracturó el poliducto Guaymas - Hemosillo en el km 17+500, lo que provocó un derrame de 6,772 barriles.	Afectaciones ambientales.
27 OCT 2009	El oleoducto Poza Rica - Salamanca y el poli ducto Poza Rica - Azcapotzalco, que provocó una fuga de hidrocarburos en Xicotepet, Puebla.	Afectaciones ambientales.
19 DIC 2010	Estalla un ducto en San Martín Texmelucán, Puebla.	29 muertos, 52 heridos y 115 casas dañadas.

Tabla 07 - Principales accidentes ocurridos en los últimos 7 años (Fuente: Periódico el Universal, 22 de diciembre de 2010, Pemex y Cámara de Diputados). ⁶ [8]

1.4. Programas PICCA y PROAI RE

⁶ Romo Rico, Escamilla Casas, Ortiz Ubilla. El transporte de Ductos en Pemex. Los Retos en los Inicios de la Segunda Década del Siglo XXI.

El Programa Integral para el Control de la Contaminación Atmosférica 1990-1994 (PICCA) y posteriormente el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (PROAIRE) han tenido el propósito de reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire. Su creación se llevó a cabo en la última década y en ellos se desarrollaron diferentes acciones que han servido para reducir en buena medida los niveles de contaminación del aire en la ZMVM.

El PROAIRE 2002-2010 es revisado cada dos años con el objeto de dar seguimiento a las medidas planteadas, con posibilidades de modificar y/o reestructurar aquellas que no sean efectivas e incluir nuevas si fuera el caso. Para tal fin y dado que el ozono es un contaminante que se forma en la atmósfera a partir de los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, las medidas implementadas fueron dirigidas a la reducción de las emisiones de estos contaminantes.

Como resultado de estos programas, a lo largo de la década de los noventa se registraron avances en la reducción y contención de los niveles de contaminación atmosférica en la ZMVM, a pesar del continuo crecimiento de la población, del número de vehículos y del ritmo de actividad de esta zona. De esta forma, las concentraciones de plomo en el aire se redujeron en más de un 99% en comparación con los niveles que prevalecían en 1988; los niveles de bióxido de azufre hoy en día son muy bajos comparados con la norma; los niveles de monóxido de carbono se han reducido significativamente, aunque aún constituyen un riesgo a la salud en las zonas de mayor tránsito vehicular y los niveles de ozono aumentaron en contraste con la tendencia que mantenían a principios de la década de los noventa.

Los vapores de hidrocarburos en su mayor parte son liberados por los desfuegos instalados en los ductos para regular las contrapresiones debido al bombeo de la TAD Azcapotzalco a las Terminales Satélites (TS) distribuidas en la Ciudad y en la red de gasolineras en la Ciudad. El nitrógeno es liberado por las altas temperaturas en el proceso de combustión de fábricas, parque vehicular y vivienda.

La Norma Oficial NOM - 092 - ECOL - 1995 establece la regulación para el control de vapores de gasolina, que son producidos en el despacho y en el almacenamiento de los combustibles en las gasolineras. Tiene por objeto establecer los requisitos, las especificaciones, así como los parámetros para el diseño, instalación y puesta en marcha de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México; mismas que son abastecidas por las plantas de almacenamiento y

distribución ubicadas en el Valle de México, estas deben contar con los sistemas de recuperación de vapores de gasolina referidos en la Norma Oficial Mexicana. Asimismo el diseño, instalación y puesta en marcha deben ser previamente aprobados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México. El método de prueba es el que determina la Norma y las sanciones son aplicadas de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente (LGEEPA).



Figura 1.7. Estación de gasolina. Se muestran los tubos de desfogue de vapores.

Los sistemas de recuperación de vapores de gasolina instalados en las estaciones de servicio deben cumplir con una tasa volumétrica vapor/líquido igual o mayor a 100% (cien por ciento) y menor o igual a 190% (ciento noventa por ciento), como un promedio de la prueba realizada según el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, expedida por la SEMARNAT. La Tasa Volumétrica (T) es igual a la relación (vapor/líquido) por 100.

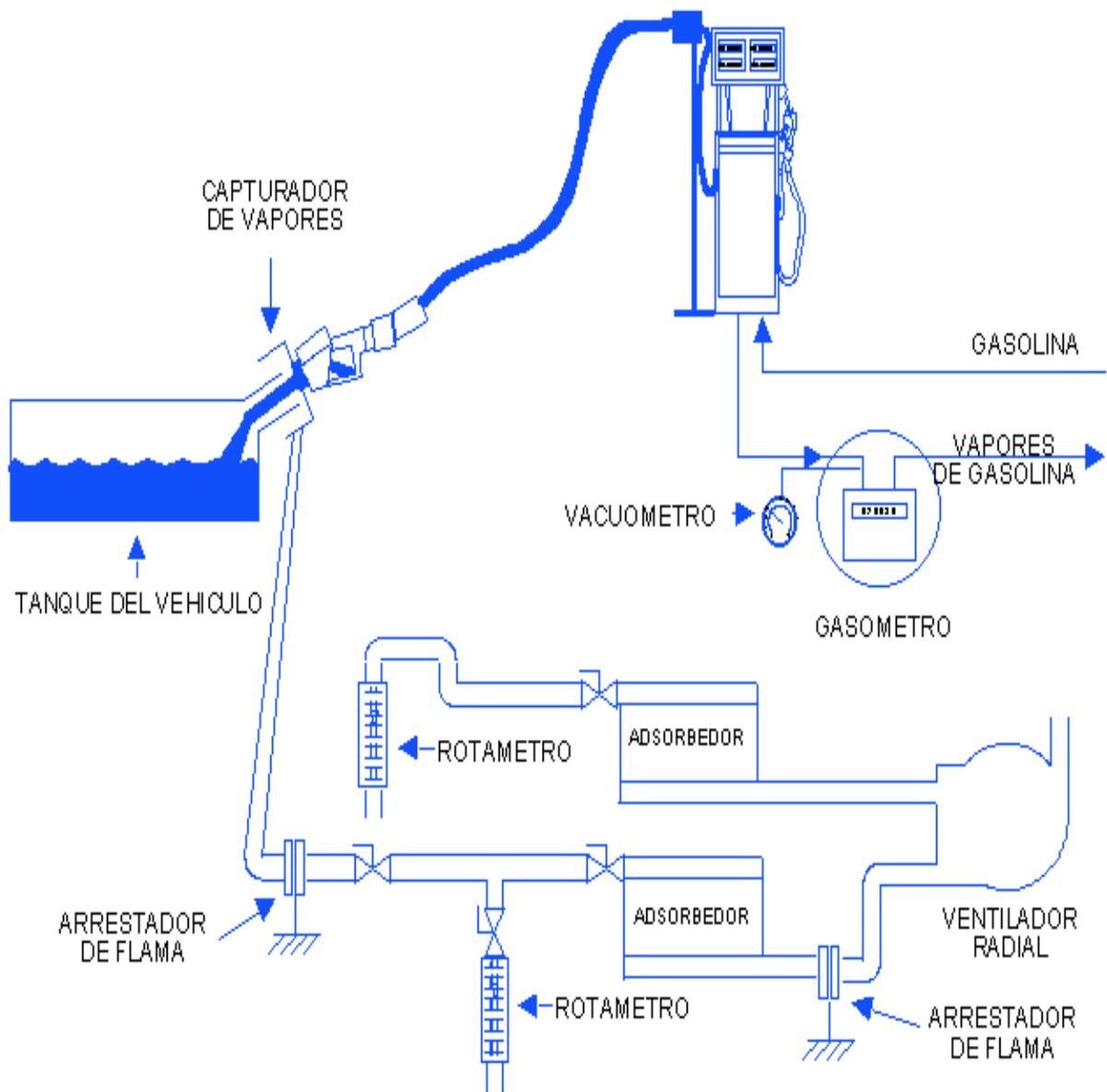


Figura 1.8. Recuperación de vapores. Fuente NOM-093-ECOL-1995

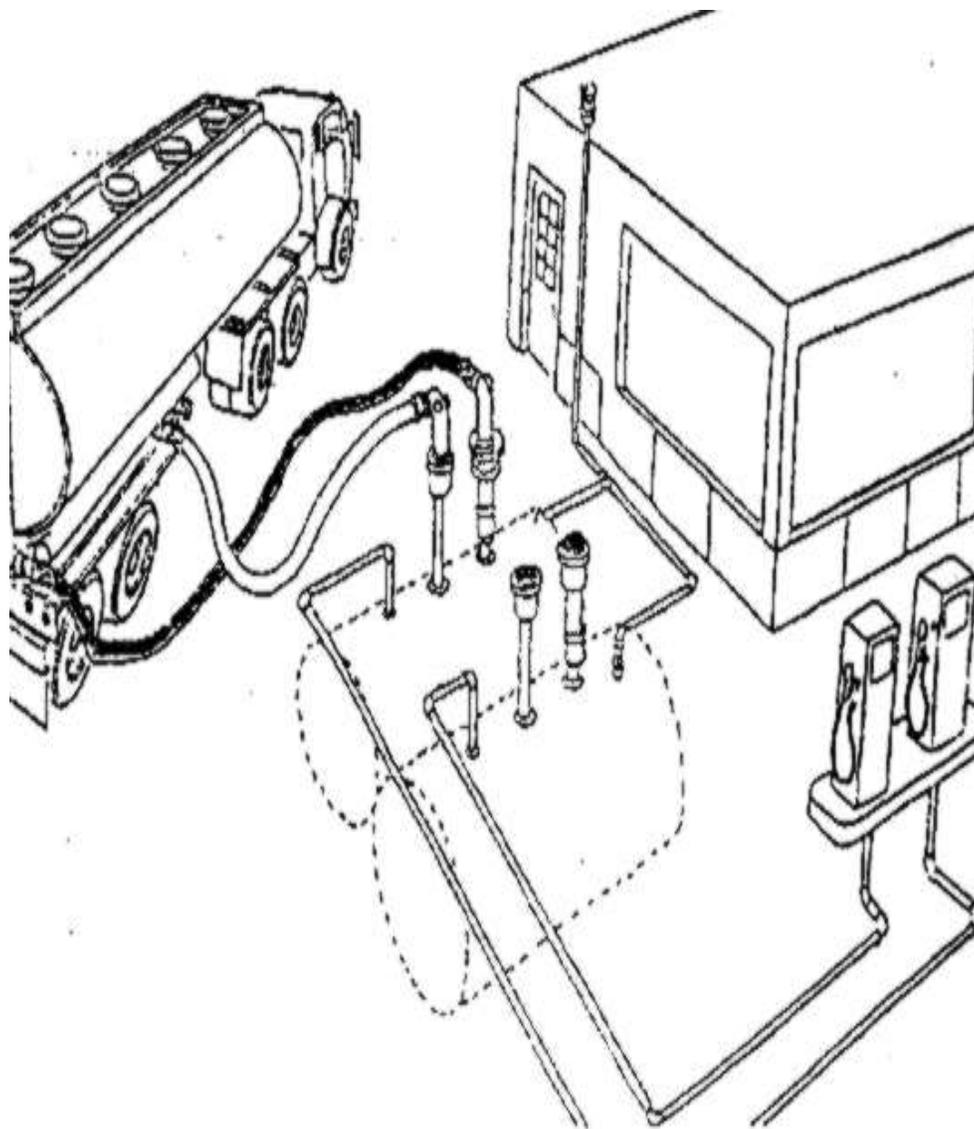


Figura 1.9. Instalación típica de tanques de Almacenamiento con su desfogeo a la atmósfera

1.5. Contaminantes

Los contaminantes atmosféricos son el resultado del desarrollo económico, crecimiento urbano y demográfico. Así como la actividad industrial y la movilidad dentro del territorio son consecuencia del impetuoso crecimiento existente, por lo que la quema de energía se vuelve una necesidad. La reacción de combustión tiene como resultado un *producto* que es la energía aprovechada para el desarrollo y un *residuo* que es el contaminante que envenena el aire que se respira, mismo que al tener efectos destructivos sobre la salud ha provocado en la sociedad la necesidad de regular los daños que los contaminantes causan. Los organismos internacionales como la Organización Mundial de Salud (OMS) y la Agencia Americana para el Medio Ambiente (EPA) son las dos instituciones que más han contribuido para generar normas que regulen los efectos provocados por el desenfreno de la utilización de los combustibles.

AÑO	Revisión OMS	Revisión USEPA	Revisión NOM
1971		Se promulga el estándar de O ₃ , NO _x , SO ₂ , CO y material Particulado (PST)	
1972	Criterios de calidad y guías para contaminantes atmosféricos de zonas urbanas		
1976		Se promulga el estándar P ₁	
1979		Revisión del estándar O ₃ y se establece el criterio para la revisión del estándar PST.	
1980		Entre 1979 y 1980 se revisa el estándar de CO manteniendo los mismos valores de 1971	
1982			Se establecen los primeros lineamientos para evaluar la calidad del aire para O ₃ , SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , PST, P ₁
1987	Primera edición de las guías de calidad del aire para Europa	Primera revisión del estándar NO ₂ se decide mantener el estándar CO y revocar el estándar secundario	
1988		EPA propone no revisar el estándar Sox y mantener los valores de 1971.	
1990		Entre 1989 y 1990 se realiza la primera revisión del estándar P ₁	
1994		Segunda revisión del estándar Sox EPA decide no revisar el estándar de CO y mantener los valores.	Se publican Oficialmente la normas de Salud ambiental para O ₃ , NO _x , SO ₂ , PM10, PST y P ₁ , se modifica el límite CO
1996		Segunda revisión del estándar NO ₂	
1997	Actualización de la Guía Europea	Segunda revisión del estándar de O ₃ y PM ₁₀ y se incluye el estándar PM ₁₀	
2000	Actualización de las Guías Europeas O ₃ , NO _x , SO ₂ , Material Particulado, CO y otros		
2002			Se revisa y modifica la Norma de E ₁
2005	Actualización global para O ₃ , NO _x , SO ₂ , Pm ₁₀ y Pm _{2.5}		Se revisa y modifica la Norma Pm ₁₀ y se reduce PST.
2007		Tercera revisión del estándar O ₃	
2008		Segunda revisión del estándar Pm ₁₀ y se abaja un nuevo límite	
2009		Cuarta revisión del estándar O ₃ (en proceso)	
2010		Tercera revisión del estándar NO ₂ , SO ₂	

Tabla 08.- Cronología comparativa de las recomendaciones de OMS, USEPA, y NOM (Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal; Calidad del Aire en la Ciudad de México, Informe 2009).

Las guías de calidad del aire de la OMS tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. Estas guías, publicadas por primera vez en 1987 y actualizadas en 1997, se basan en la evaluación por expertos de las pruebas científicas del momento.

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. Sin embargo, la contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según la evaluación de la OMS sobre la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, existen más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo.

Las guías de calidad del aire (GCA) de la OMS están destinadas para el uso en todo el mundo y se han elaborado para respaldar medidas orientadas a mejorar la calidad del aire para que proteja la salud pública en distintas situaciones. Por otra parte, cada país establece normas de calidad del aire para proteger la salud pública de sus ciudadanos por lo que son un componente importante de las políticas nacionales de gestión del riesgo en el ambiente.

Las normas nacionales varían en función del enfoque adoptado con el fin de equilibrar los riesgos para salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire.

CONTAMINANTE NOM	VALORES LÍMITE PERMISIBLES		
	EXPOSICIÓN AGUDA		EXP. CRÓNICA
	Concentración y tiempo promedio	Frec. Máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio
Ozono (O ₃) (Modificación a la NOM-020-SSA1-1993)/b	0.11 ppm (1hora)	1 vez al año	
	0.08 ppm (máx. Diario de promedios móviles de 8h)	4 vez al año	
Monóxido de Carbono (CO) (NOM-021-SSA1-1993)	11 ppm (máx. Diario de promedios móviles de 8h)	1 vez al año	
Dióxido de Azufre (So ₂) (NOM-022-SSA1-1993)	0.13 ppm (24hora)	1 vez al año	0.03 ppm (promedio aritmético anual)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) (NOM-023-SSA1-1993)	0.21 ppm (1hora)	1 vez al año	
Partículas Suspendidas totales (PST) (NOM-024-SSA1-1993)	260 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	75µg/m ³ (promedio aritmético anual)

a. Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

b. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de octubre de 2002.

c. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de octubre de 2002.

Tabla 09.- Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes a los elementos criterios que regulan las emisiones atmosféricas.

La Norma Oficial Mexicana es el resultado de la gestión de los organismos internacionales que sirvieron como antecedentes los compromisos de la Ronda de Tokio y las iniciativas de la ONU a través de las Guías de la OMS.

1.6. Objeto de Estudio

Esta Investigación aplica a la problemática del manejo y uso de los hidrocarburos; el lugar de estudio la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Identifica las Normas Oficiales Mexicanas que regulan la actividad, al igual que los contenidos de las leyes que se apliquen a la materia para el control y prevención del riesgo para así verificar si se cumplen y se observan las disposiciones legales en la materia motivo de la investigación. Se proponen los programas que mitiguen, protejan la salud, seguridad a las personas y atenúen el deterioro de la ciudad.

Como objetivos particulares se tiene:

- Identificar los riesgos en la ciudad motivados por el manejo y uso de los hidrocarburos.
- Investigar del acervo de Normas Oficiales Mexicanas que califican en la investigación
- Investigar de los organismos internacionales que generan conocimientos sobre el tema.
- Investigar la normativa internacional, que haga referencia al manejo y uso de los hidrocarburos.
- Identificar las principales catástrofes que la actividad petrolera ha ocasionado debido al desarrollo producto lógico de la actividad.
- Identificar las instalaciones de ductos y lugares de acopio de los combustibles.
- Investigar la ubicación y la actividad que desarrolla la Red de Monitoreo Atmosférico del Gobierno del Distrito Federal.
- Evaluar los riesgos por uso y manejo de los combustibles.
- Ubicar los riesgos mediante un mapeo de riesgo.

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO URBANO

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Lo Urbano comprende el territorio, es el espacio lleno de sistemas, constituido por la vivienda, las plazas públicas, las calles, las fábricas, el transporte, el parque vehicular, iglesias, hospitales, centros comerciales, entre otros; se constituye por lugares diseñados para la convivencia de la comunidad, los intercambios de intereses sociales de los sectores políticos, económicos, culturales y son necesarios para el desarrollo de la Ciudad.

El tránsito de los materiales y la energía por el sistema urbano deben fluir sin ninguna complicación, por ello la comunidad establece las normas necesarias para que los elementos del sistema funcionen satisfactoriamente.

La sistematización implica un conocimiento previo de la teoría de sistemas, la teoría de la comunicación para lograr un marco teórico metodológico que faculte al investigador en la exploración de un campo complicado y confuso donde la relación entre los elementos al parecer carece de lógica.

Los rasgos⁷ [9] que con más frecuencia se han considerado para caracterizar el hecho urbano han sido, fundamentalmente, el tamaño y la densidad de la población, el aspecto del núcleo, la actividad no agrícola y el modo de vida, así como ciertas características sociales, tales como la heterogeneidad, la "cultura urbana" y el grado de interacción social.

La Ciudad es un sistema abierto que requiere de materiales y energía como una condición sin igual para la existencia. El hidrocarburo es el combustible que le proporciona energía que dinamiza el sistema; lo urbano es el territorio, el espacio, el asentamiento y las relaciones implícitas que le dan vida a la comunidad; la infraestructura constituida por las edificaciones y equipamiento que es el medio que le da forma a la Ciudad donde se desarrolla la acción y aplica para el tema de investigación del manejo y uso del combustible; todas las relaciones de comunicación de los sistemas están gobernadas por la interacción de códigos y normas que dan lugar al mantenimiento, conservación y la regulación de las actividades que se desarrollan en el ámbito complejo de la Ciudad.

La tradición cultural, los intereses de la sociedad, los usos y las costumbres son tan determinantes que forman patrones de consumo, que hay que romper para promover la nueva cultura del consumo; por ello el conocimiento cultural de las sociedades es una variable importante para modificar y provocar el cambio; es

⁷ Capel, H. La definición de lo urbano.

decir es la clave para mantener la acción en el uso y manejo de los insumos que mueven el sistema económico.

“La ciudad⁸ [10] se puede entender como un ecosistema siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo. Contiene una comunidad de organismos vivos, un medio físico que se va transformando fruto de la actividad interna, y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información. Su principal particularidad reside en los grandes recorridos horizontales de los recursos de agua, alimentos, electricidad y combustibles que generalmente son capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales. La permanencia de los sistemas agrarios ha marcado tradicionalmente la sostenibilidad local de los asentamientos, hasta que la revolución de la máquina genera un cambio en la escala territorial de los sistemas urbanos estableciendo redes que facilitan el transporte horizontal de abastecimientos y de residuos. El modelo de intercambio de materia y energía de una ciudad es opuesto al de un ecosistema natural, ya que en éstos los ciclos son muy cortos y el transporte de materias y energía es eminentemente vertical. El intercambio gaseoso que en los ecosistemas naturales se reduce a la fotosíntesis y la respiración en el caso de la ciudad incluirían los gases de la combustión de **calefacciones, coches e industrias**”.

“El desarrollo industrial⁹ [11] requiere de mano de obra barata y del uso creciente de la energía hidráulica en la producción; el labriego migró del campo a la Ciudad, el telar requería de energía por lo cual tuvo que ser trasladado a tierras altas, donde se contaba con fuentes de agua, representadas por pequeños y rápidos arroyos o por ríos con cascadas. Por este motivo la industria textil tendió a extenderse por los valles de Yorkshire, después a lo largo de Connecticut y Merrimac, en Nueva Inglaterra. Como el número de sitios favorables en cada trecho era limitado, conjuntamente con la mecanización aparecieron plantas relativamente grandes, con fábricas de cuatro o cinco pisos de altura. Una combinación de tierra rural barata, una población dócil disciplinada por el hambre y una fuente suficiente de energía constante cubría las necesidades de las nuevas industrias.

Pasaron casi dos siglos, desde el siglo XVI hasta el siglo XVIII, antes de que todos los agentes de la aglomeración industrial estuvieran desarrollados equitativamente. Antes de esto, las ventajas comerciales de la Ciudad corporativa contrapesaban las ventajas industriales de la energía

⁸ Higuera, E. Ciudades para un Futuro más Sostenible Urbanismo Bioclimático.

⁹ Lewis, M. La ciudad en la historia, sus orígenes, transformaciones y perspectivas.

y la mano de obra barata que ofrecía la aldea fabril. Hasta el siglo XIX la industria permaneció descentralizada, en pequeños talleres, a la escala de la agricultura; en comunidades como Sudbury y villas rurales como **Worcester, en Inglaterra**".

En la información anterior, primero, se define a la ciudad en términos ecologistas donde el manejo de los insumos le da sustentabilidad necesaria. Segundo, toca aspectos históricos donde el papel de la energía y la mano de obra a un precio bajo lograron mantener un sistema económico con aspecto de aldea; no fue hasta la invención de los nuevos ingenios mecánicos como el uso del carbón y el petróleo cuando el desarrollo urbano progreso. Así aparecieron las grandes ciudades y el aumento poblacional dio un salto histórico.

La Ciudad es la síntesis donde se ha alcanzado la maximización del desempeño de combustibles, donde el binomio energía-materiales mediante distintos procesos genera los bienes y servicios para la comunidad urbana.

2.1. La Niebla Asesina¹⁰

Inglaterra en la Revolución Industrial [12], alcanzó un desarrollo económico vertiginoso y la aplicación tecnológica en el manejo intensivo del carbón, la multiplicación de los talleres, los hornos industriales para las acerías, los hogares de carbón todo ello era el progreso de la época; pero los residuos los gases y el hollín que contamina no fue controlado y vino lo no previsto la amarga experiencia conocida como la Niebla Asesina (Killer fog).

La fecha fatídica diciembre de 1952 la acumulación de humo cerca de la tierra fue tan grande que el sol nunca rompió la capa espesa de humo frío, y el aire fresco y quedó estático. La niebla asesina atacó sin piedad a la capital británica **en una de sus periódicas apariciones "crónicas", desde finales de 1952 hasta principios del siguiente año**. Miles de personas enfermaron y muchas murieron en lo que se considera como uno de los más importantes desastres medio ambientales de la historia.

Las condiciones meteorológicas de esos días en Londres hicieron que una fría niebla cayera sobre la ciudad, lo que motivó una lógica reacción por parte de la población, que acudieron a sus calefacciones, azuzándolas hasta el límite de sus posibilidades. La mayoría de esos miles de calefactores funcionaban con carbón, lo que unido a la contaminación del tráfico rodado, que generó una trampa atmosférica en forma de nube de humo tóxico, polvo y vapor de agua alrededor

¹⁰ Wilkins. ET. Contaminación del aire y la niebla de Londres de diciembre de 1952.

de la ciudad, casi imposible de respirar. La visibilidad se redujo hasta límites insospechados y la mortalidad se elevó repentinamente.

El día cinco de ese mes en el aire se acumularon miles de toneladas de hollín negro, partículas pegajosas de alquitrán y dióxido de azufre gaseoso que había llegado de carbón quemado en los hogares domésticos. La partícula de humo atrapadas en la niebla le daba un color amarillo-negro. Las concentraciones de las partículas suspendidas en la niebla alcanzaron en algunas zonas 40 veces los niveles normales, mientras que el bióxido de azufre (SO_2) aumentó su concentración cerca de siete veces, se había generado una niebla mortal, que ataco sin piedad a toda persona con problemas respiratorios e, incluso, causó la defunción de muchas personas aparentemente sanas.

Durante los cuatro días entre el 4 y el 8 de diciembre 1952, la cantidad de humo dentro de la Galería Nacional de Londres de partículas PM_{10} llegó a la concentración de 14 mg/m^3 , que fue de 56 veces el nivel normal de dióxido de azufre en el aire que se incrementó en 7 veces, alcanzó un máximo de alrededor de 700 ppb (partes por billón).

El humo y la contaminación de dióxido de azufre se concentraron en varios lugares de Londres en el momento de la niebla como humo de diciembre. Además de grandes cantidades de impurezas fueron puestos en libertad durante el período en cuestión. 1000 toneladas de partículas de humo; 2000 toneladas de dióxido de carbono; 140 toneladas de ácido clorhídrico; 14 toneladas de flúor. También 370 toneladas de dióxido de azufre se convierten en 800 toneladas de ácido sulfúrico.

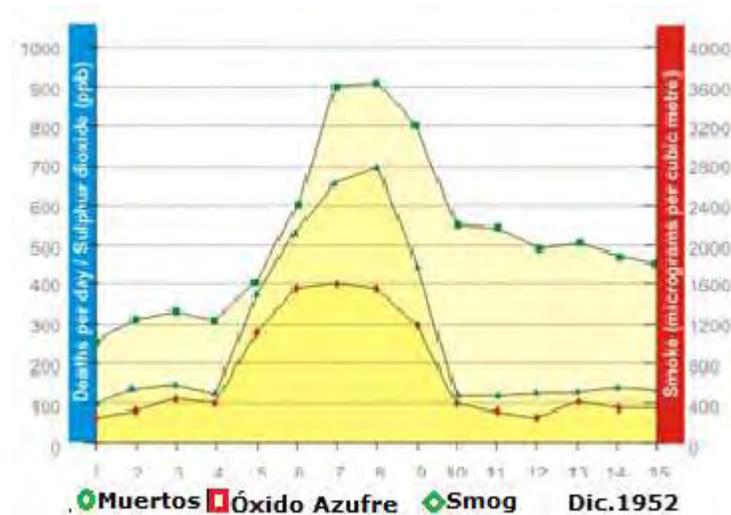


Figura 2.1. La gráfica muestra el comportamiento de los Contaminantes; Fuente Wilkins 1954.

El gráfico¹¹ [13] muestra el comportamiento del smog durante el trágico evento de Londres 1952. La curva con marcas redondas representa la cantidad de defunciones, las otras dos se refieren al dióxido de azufre y los rombos las concentraciones de smog; ejemplo los días 7,8,y 9 son los puntos más críticos dado que se observan mayores cantidades de defunciones y concentraciones de contaminantes, el smog alcanza la cantidad de 1600 microgramos por metro cúbico, y el dióxido de azufre la cantidad de 2800 microgramos por metro cúbico, la suma por estos contaminantes causan 900 defunciones por día; en el gráfico los contaminantes, tanto los triángulos que representa el dióxido de azufre como y el smog con rombos, ambas se correlacionan y muestran el impacto en términos de cantidad de defunciones por día y contaminantes en microgramos por metro cúbico.

A partir de esta situación se promulgaron en el Reino Unido las Leyes del Aire Limpio -1956 Ley de Aire Limpio. Esta ley estaba dirigida a las fuentes internas de la contaminación del humo de los consejos locales que se autoriza el establecimiento de zonas sin humo y otorgar subsidios a los hogares para convertir sus hogares de los fuegos de carbón tradicional a los calentadores que utilizan gas, petróleo, carbón o electricidad sin combustión. La Ley de Aire Limpio 1968; altas chimeneas.- Este acto fue el principio básico para el uso de altas chimeneas en las industrias que quemar carbón.

2.2 Inversión Térmica

La inversión térmica, también conocida como efecto invernadero¹² [14], tiene origen en la energía procedente del sol y en los efectos termodinámicos que al mezclarse con la humedad lo provocan. El fenómeno es comparado a un invernadero, debido a que es un cubo transparente de plástico donde en su interior contiene plantas, dando una humedad alta relativa debido al vapor que transpiran las plantas; entonces los rayos solares penetran, el cubo se encuentra aislado por un medio externo: el plástico; el vapor de agua absorbe la energía del sol y empieza a aumentar la temperatura al interior (con respecto al calor específico del agua); por ello, por cada paquete de energía equivalente a su calor específico el vapor sube un grado de temperatura. Esto genera una capa de aire caliente en la parte superior del invernadero y el suelo se mantiene frío. El fenómeno mantiene situaciones estacionarias y el aire no fluye.

¹¹ Petros Koutrakis Ph.D. The Health Effects of Ambient Particles Professor of Environmental Sciences Harvard University

¹² Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente

Ocurre lo mismo en las inversiones térmicas; la energía al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura transmitida por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida por los gases de efecto invernadero. La retención de la energía hace que la temperatura vaya aumentando paulatinamente de acuerdo al calor específico de los materiales, construcciones, bosques y cuerpos de agua; que en condiciones normales, es igual la cantidad de energía que llega a la tierra que la que esta emite. Si no es de esta manera; la temperatura de nuestro planeta habría ido en aumento continuamente hasta volverse insoportable cosa que, por fortuna, aún no ha sucedido.



Figura 2.2. Efecto Invernadero (Fuente: Bibliografía. Libro electrónico Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente).

El efecto invernadero provoca que la energía que llega a la tierra sea "devuelta" más lentamente, por lo que es "mantenida" más tiempo junto a la superficie y así se produce la elevación de temperatura. La figura 2.2 muestra como la frecuencia de la radiación es más corta penetrando con mayor



Figura 2.3 Frecuencia de inversiones térmicas desde 1986 hasta 2009¹³ [15]

facilidad la capa atmosférica; la radiación es devuelta a la atmósfera pero con una onda más larga, por ello es retenida mayor tiempo.

La figura 2.3 muestra la frecuencia anual de las inversiones térmicas ocurridas desde 1986 al 2009; se observa una incongruencia en los datos de 1997 al 1998 debido al cambio del lugar de observación; anteriormente las lecturas se medían en el aeropuerto y posteriormente se efectuaron en el Meteorológico de Tacubaya.



¹³ Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

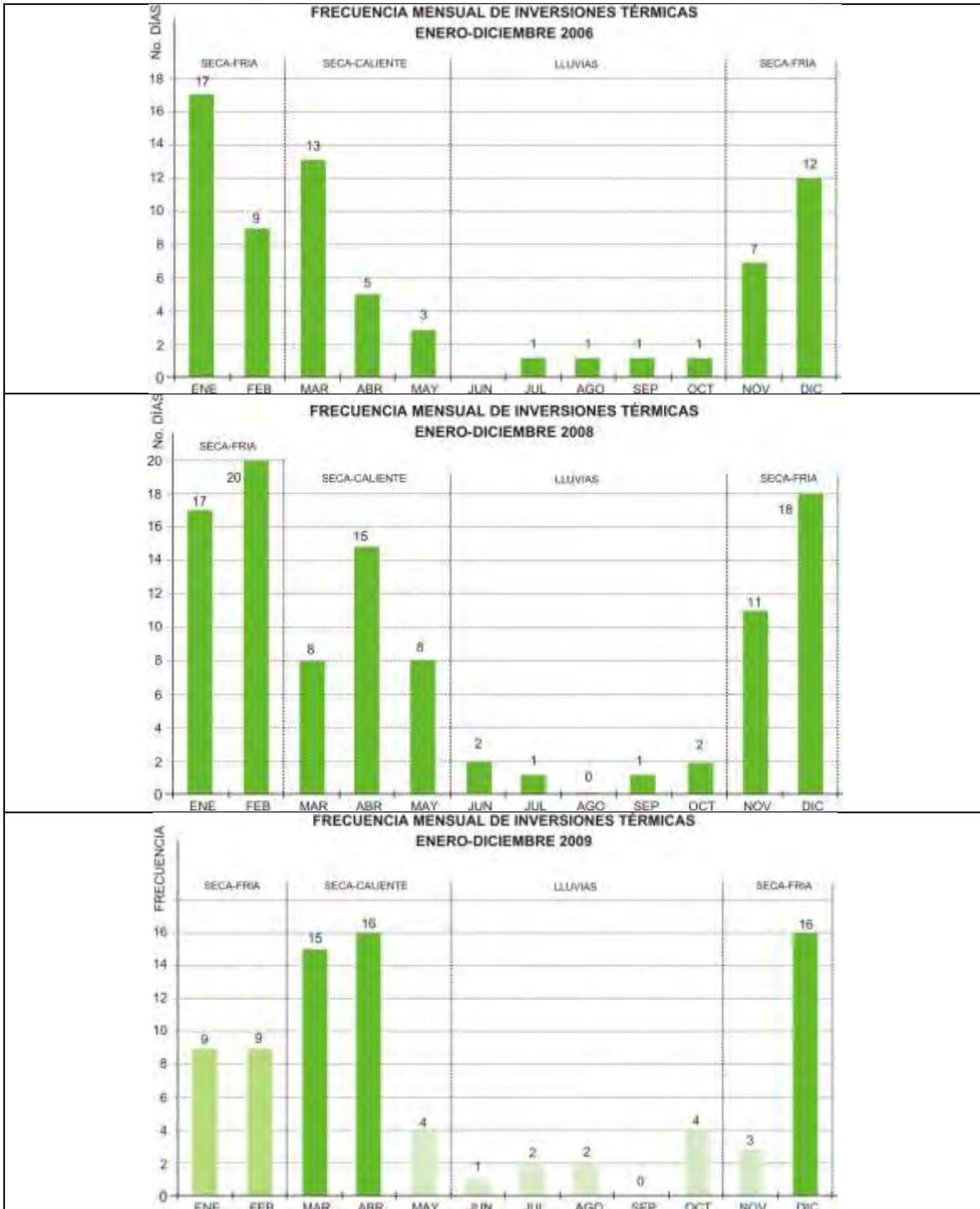


Figura 2.4. Frecuencia de Inversión Térmica cuatro períodos mostrando la importancia del clima.

Las siguientes gráficas distribuyen la frecuencia anual en mensual y distinguen las tres temporadas del clima, se observa una mayor frecuencia durante las temporadas secas fría y caliente; resaltan diciembre, enero y febrero.

Los científicos han pronosticado que en los próximos cincuenta años el calentamiento del planeta, producirá cambios drásticos en el clima de todo el mundo, podrá elevar la temperatura de tres a nueve grados más que el promedio; lo anterior ocurre debido al alto consumo de combustible en el planeta (ver figura 01), que producen gases como el CO₂, el NO₂, el NH₄, y vapores de hidrocarburos denominados gases invernadero con una capacidad calorífica más elevada que el aire; es decir tienen mayor capacidad de absorber el calor del sol, por lo tanto, retienen más energía calorífica y consecuentemente la temperatura aumenta.

La contaminación del aire afecta la salud y seguridad de las personas provoca enfermedades en las vías respiratorias, cardiovasculares y en otros aspectos de la vida. Las fuentes primarias¹⁴ [16] de contaminación del aire son las fábricas de las que depende el crecimiento económico y estilo de vida. Equilibrar el desarrollo económico con la necesidad de proteger a la población de los riesgos de la contaminación del aire sobre la salud y el bienestar es un reto que enfrentan todas las ciudades del mundo.

La inversión térmica es un evento peligroso para las condiciones que se viven en la ZMVM. Como un espacio cerrado al presentarse el fenómeno por las condiciones meteorológicas se establece un tapón de varios cientos de metros sobre el cielo del valle, forma una caja que cierra herméticamente las emisiones emitidas por la industria, los hogares y los vehículos y simula una cámara de gases.

El tiempo de exposición está en función del espesor de la capa de niebla formada por los gases invernaderos entre ellos CO_x, SO_x, NO_x, NH₄, vapor de agua, así como partículas PM₁₀ y PM_{2.5} que contienen partículas de hollín del carbón de las chimeneas, escapes de autos y camiones.

¹⁴ NORMA Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica – Fuentes fijas - Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

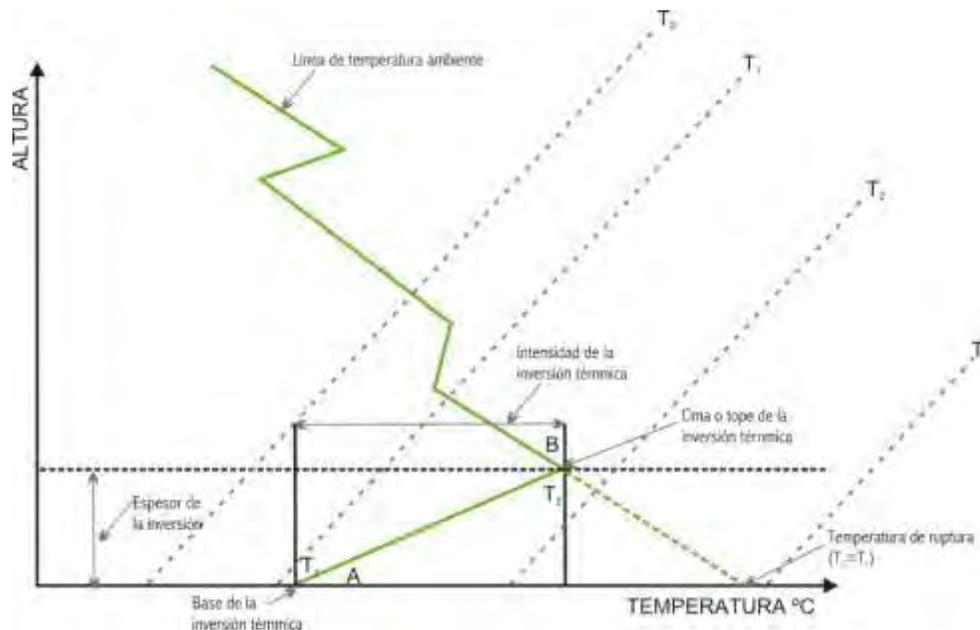


Figura 2.5. Parámetros que definen una Inversión Térmica¹⁵ donde las líneas punteadas de T0, T1, T2 y T3 son líneas de igual temperatura (isotermas). La fuente corresponde al Informe Climatológico del Valle de México 2004. [17]

En la figura 2.5 de la gráfica, el punto A tiene una temperatura T_1 y una temperatura menor a B que es el punto de mayor altura de la capa contaminante; es decir el espesor de la capa de contaminantes. Esta se rompe cuando las temperaturas de A y B se igualan; en ese momento se generan corrientes de aire verticales denominadas termales y entonces los contaminantes empiezan a dispersarse; la inversión térmica por lo general se dispersa entre las 10 y 11 de la mañana; sin embargo, cuando el espesor es elevado puede dispersarse por la tarde.

¹⁵ Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Informe Climatológico del Valle de México 2004

La inversión térmica es un fenómeno de alto riesgo que afecta a la ZMVM; dado que los contaminantes producidos por la industria, transporte y vivienda que llenan el espacio atmosférico de gases contaminantes peligrosos como los NO_x , SO_x , CO_x , O_3 , CH_4 , vapores de hidrocarburos, partículas PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y partículas de Carbón llamado Hollín o Cenizas, forma una mezcla que se vuelve más peligrosa cuando aumenta la concentración y se observa como una nata parduzca por encima de la ciudad.

En la ZMVM, la Inversión térmica se vuelve aún más peligrosa dado que es una zona cerrada similar a una caja inmensamente grande donde la posibilidad de desalojo de los contaminantes es reducida; sin embargo, el tiempo de exposición de la nata contaminante es lo que ocasiona el mayor daño en la salud. Afortunadamente, la radiación solar hace que la temperatura se incremente y genera corrientes de masa por convección que finalmente rompen la capa y permiten la disipación de los contaminantes.

Inversiones Térmicas Mensuales 2004 -2009						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ENE	10	9	16	-	17	9
FEB	14	6	20	-	20	9
MAR	4	11	8	-	8	15
ABR	9	5	15	-	14	16
MAY	5	8	8	-	8	4
JUN	0	2	2	-	2	1
JUL	0	3	1	-	1	2
AGO	0	0	0	-	0	2
SEP	2	1	1	-	1	0
OCT	1	3	2	-	2	4
NOV	8	11	11	-	11	3
DIC	-	16	16	-	18	16

Tabla 10- Datos concentrados relativos a la frecuencia de la inversión térmica (datos concentrados de la figura 07 y 08)

La tabla 10 muestra los registros estadísticos del evento inversión térmica, son datos útiles para valorar la probabilidad de riesgo; también se observa que de diciembre hasta abril el evento tiene una alta probabilidad de ocurrencia. Pero el mayor riesgo para la salud son marzo y abril dado que la alta radiación solar asociada con las diferentes partículas que forman los O_3 . El ambiente se vuelve corrosivo e irritante que causa daños severos a la población ubicada en las delegaciones de Iztapalapa, Gustavo A. Madero y el Municipio de Ecatepec que son los lugares de mayor población y las zonas más amenazadas. Cabe

mencionar que estos lugares se vuelven peligrosos durante la temporada seca caliente por la cantidad de partículas suspendidas que son polvos secos de óxidos corrosivos, y iones activos de los desechos todo esto es respirado por las personas y provoca reacciones alérgicas y efectos graves en el tracto respiratorio.

Las estadísticas muestran que el fenómeno de inversión térmica en la ZMVM es algo natural que siempre ha existido y existirá, no depende si hay o no consumo de combustibles lo que significa que es independiente de ello; sin embargo, es un fenómeno que depende de las condiciones climáticas y la peligrosidad estriba en los flujos de aire obstaculizados, por lo tanto, se vuelve un recipiente hermético que almacena los residuos de la actividad industrial.

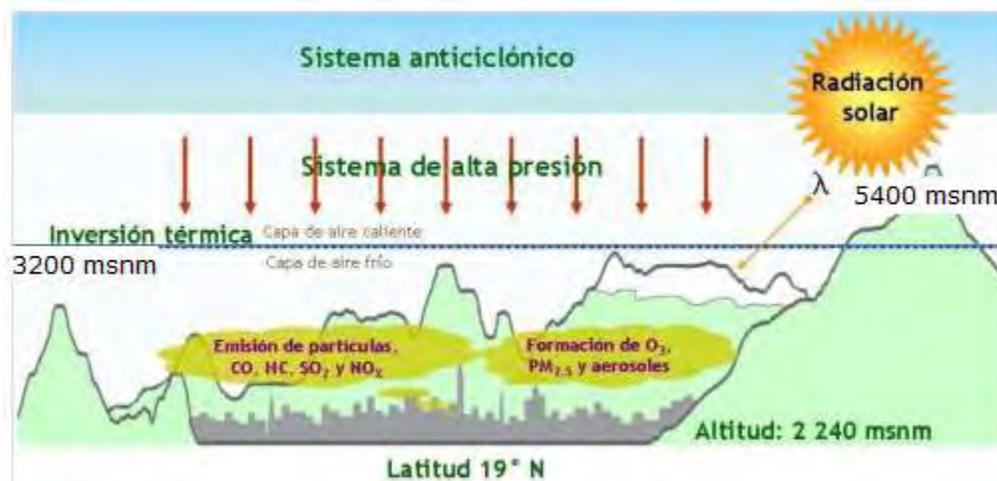


Figura 2.6. Corte transversal de la ZMVM. Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del DF. Seguimiento al Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Valle de México.

2.3. Isla de Calor

La superficie de la ciudad es sensible a la radiación solar debido a que el sol es la fuente que alimenta la energía calorífica, a su vez las estaciones temporales según la incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre son los que originan las altas o bajas temperaturas. Es por eso que son varias las causas que afectan los niveles de temperatura en las diferentes zonas de la ciudad. La ZMVM se ubica en la zona de los trópicos, que son lugares calientes, pero dada la altitud de 2242m sobre el nivel del mar, atenúa la temperatura y modifica las características climatológicas. Otra de las causas es la presencia de accidentes topográficos que obstaculizan el libre flujo de los vientos, así como la fricción provocada por la rugosidad del suelo debida a la presencia de edificaciones y otros obstáculos; los materiales de construcción como el ladrillo y el concreto

absorben y retienen el calor más eficiente que el suelo y la vegetación circundantes. De igual forma, las superficies pavimentadas, por el color negro característico absorben con mayor eficiencia el calor de la radiación solar; tales condiciones se manifiestan cuando se pone el sol, el área urbana irradia calor desde los edificios; el aire que este complejo urbano calienta, asciende y crea un domo sobre la ciudad conocido como isla de calor.

Estación	Temperatura máxima extrema mensual por estación (°C)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TAC	24.3	26.9	28.3	28.9	29.5	26.9	26.5	26.1	26.4	27.5	26.7	26.4
EAC	24.4	27.3	28.1	28.8	29.8	27.5	26.4	26.3	27.0	27.9	26.4	25.8
SAG						25.6	25.6	25.9	24.9	26.2	24.3	24.2
TLA	23.2	26.7	27.7	28.9	29.4	27.7	25.8	26.4	25.7	26.7	26.4	24.6
XAL	24.4	26.8	27.8	28.3	29.3	26.8	25.5	25.5	26.1	26.8	26.9	24.5
MER	23.4	26.9	29.3	30.2	30.9	29.2	26.5	27.4	27.8	27.9	27.1	25.5
PED	22.7	26.7	28.0	29.0	30.1	28.1	26.2	27.2	27.1	25.7	24.8	30.1
CES	24.3	27.4	29.5	30.3	30.6	28.9	24.8	28.3	25.5	26.3	26.4	25.1
PLA	25.1	26.1	27.6	28.3	29.1	26.9	24.8	24.9	25.8	26.5	25.7	24.4
HAN	24.2	27.6	30.2	30.7	30.7	28.5	27.5	27.9	27.7	28.9	28.0	26.9
VIF	23.4	26.4	27.4	27.7	28.9	26.9	25.4	25.1	25.3	28.2	26.7	25.8
CUA	19.6	22.2	23.2	24.4	24.8	22.4	20.6	21.6	23.5	25.0	22.1	20.7
CHA	24.3	27.0	28.9	30.3	30.2	27.8	24.5	25.5	25.6	27.5	25.9	24.8
TAH	24.4	26.4	29.1	29.0	30.5	27.0	27.4	28.6	25.2	26.7	25.3	23.9

Tabla 11 - Temperaturas registradas durante 2004 en las Estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Distrito Federal (SIMAT); TAC Tacuba; EAC Fes Acatlán; SAG San Agustín; TLA Tlalnepantla; XAL Xalostoc; MER Merced; PED Pedregal; CES Cerro de la Estrella; PLA Platero; HAN Hangares; VIF Villa de las Flores; CUA Cuajimalpa; CHA Chalco; y TAH Tláhuac.

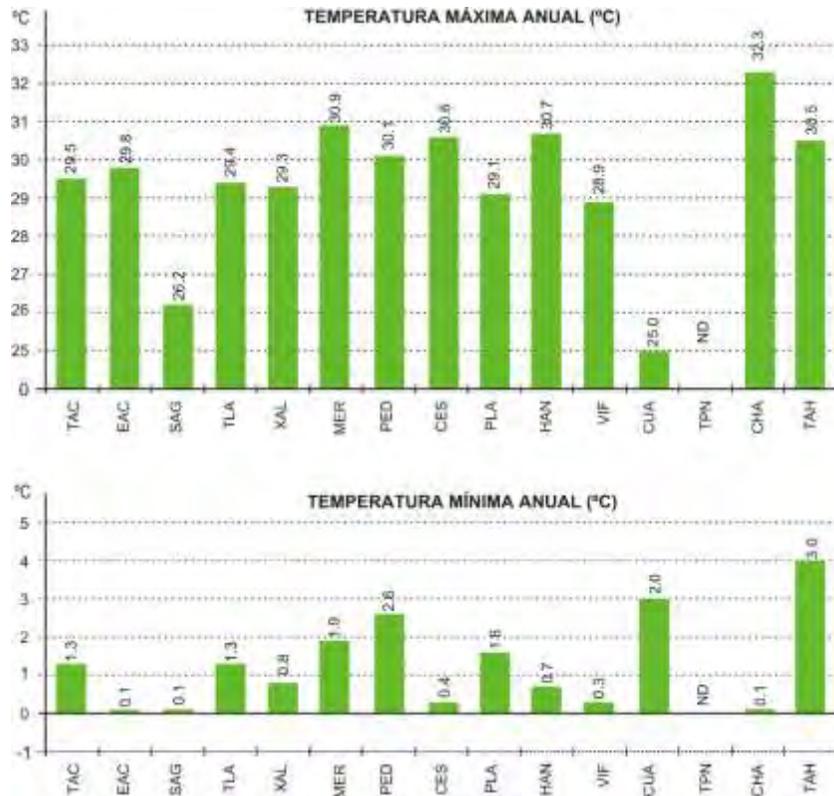


Figura 2.7. La gráfica muestra las temperaturas máximas y mínimas en el espacio urbano.

La gráfica muestra las temperaturas máximas y mínimas durante mayo y enero en Chalco, FES Acatlán y San Agustín. La diferencia de temperaturas en el espacio de la ciudad genera curvas de temperaturas iguales denominadas *isotermas* que son las causantes de los diferentes cambios de presión en la ciudad, los transportes de grandes masas de materiales y de la dominancia de los vientos. La variación de la temperatura durante el día ocasiona fenómenos de desplazamiento de grandes masas de aire y promueve el desalojo de los contaminantes en la ciudad.

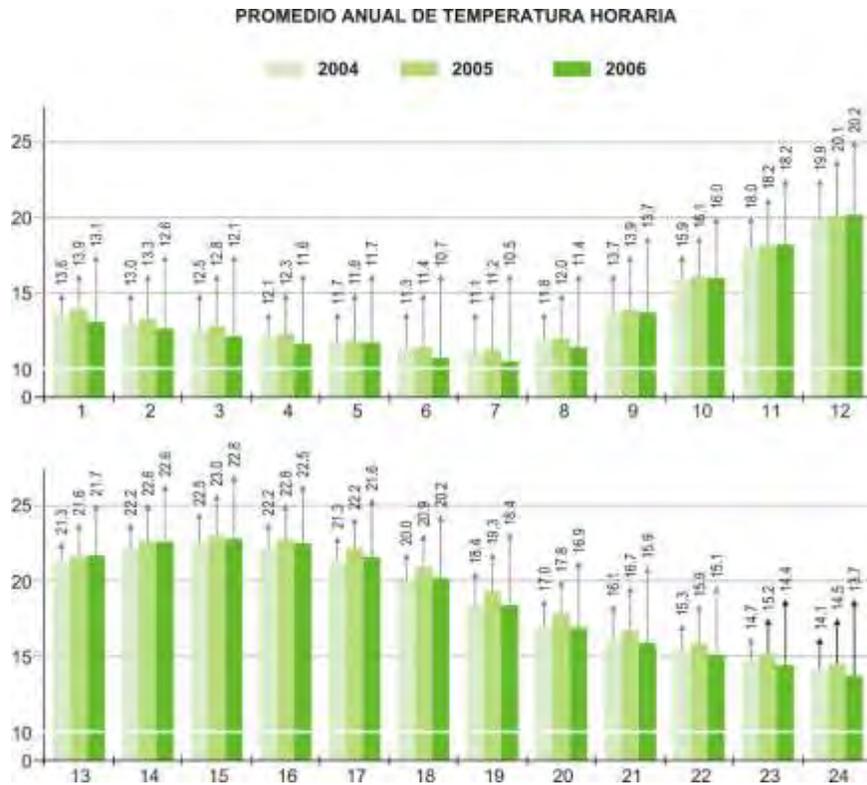


Figura 2.8. Distribución de temperatura promedio, durante las 24 horas durante los años 2004; 2005 y 2006.

Los gráficos muestran temperaturas promedio, se observa que la mínima ocurre durante las 6 a las 7 horas de la mañana con una temperatura de 11 a 12 °C y la temperatura máxima de las 14 a las 16 horas con una temperatura de 23 °C.

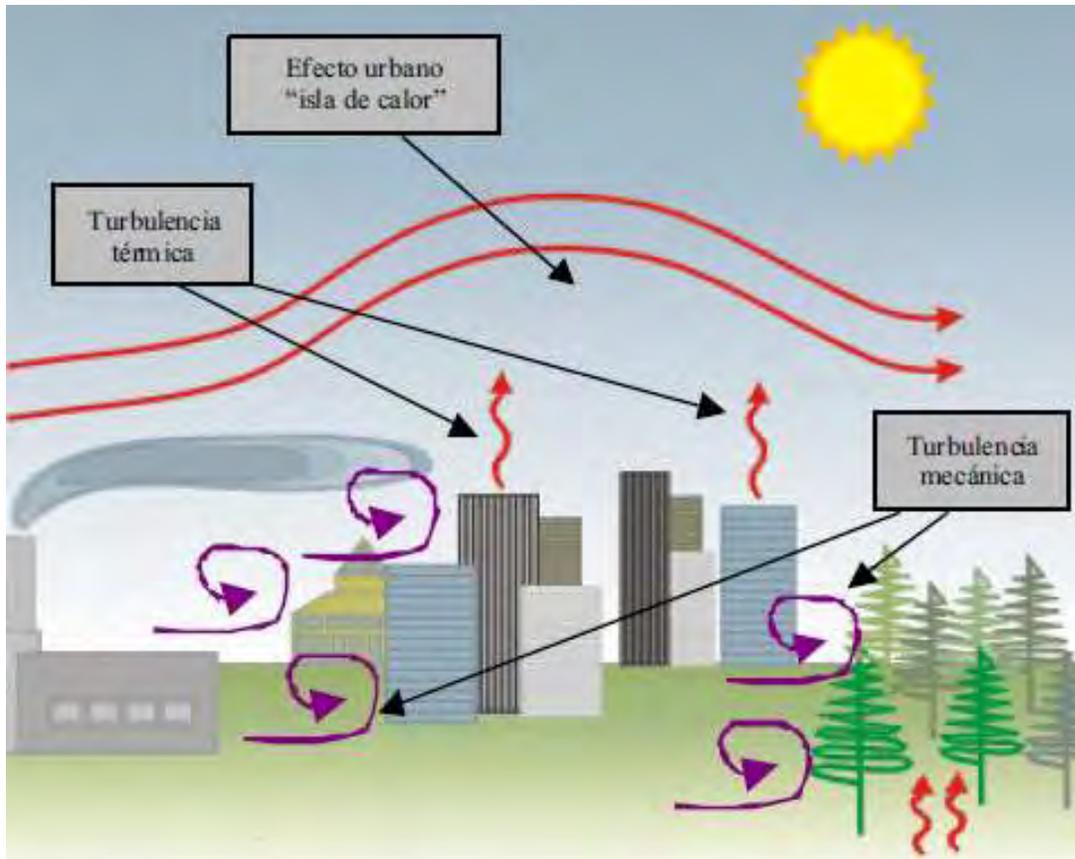


Figura 2.9. Muestra el domo de las ondas de calor y el flujo de las termales.

Los fenómenos de cambios de temperatura generan eventos como los mostrados en la figura anterior, denominados islas de calor que consisten en grandes masas homogéneas con temperaturas altas que se estacionan como láminas y afectan lugares de alta concentración de edificios.

Las zonas más amenazadas son el Aeropuerto de la Ciudad de México, la Zona Centro la Merced, el Zócalo y Reforma.

El fenómeno se identifica por el aumento súbito de temperatura en un lapso de tiempo muy corto; los efectos y daños en la salud se presentan por molestias pulmonares y vías respiratorias.

2.4. Lluvia Ácida

La lluvia ácida es el agua de lluvia cuyo valor de pH es inferior al de la lluvia normal, inferior a 7. El pH es una escala que va de 0 a 14 y nos indica que tan ácida o alcalina es una sustancia. Por ejemplo: el agua pura tiene un valor de pH de 7, dentro de la escala se considera una sustancia neutra; los valores de pH menores a 7 son ácidos, como el jugo de limón que tiene un pH de 2.3, el

vinagre que le corresponde un pH de 2.9 o el vino tinto cuyo valor de pH está por arriba de 7. Los valores superiores a 7 se consideran alcalinos, por ejemplo: la sosa cáustica que tiene un valor de pH de 14; o bien la sangre humana con un valor de 7.3.

Reacciones Básicas de la Luvia Ácida	
Los SO _x de la combustión reaccionan con la humedad del agua	
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$	
$2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{SO}_3$	
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$	
Producen pequeñas partículas líquidas de Ácido Sulfúrico que precipita con la lluvia.	

Tabla. - 12 - Reacciones químicas de los Óxidos de Azufre.

La tabla muestra las reacciones químicas entre los óxidos de azufre SO_x y el agua, lo que produce los ácidos sulfurosos y sulfúricos; por ello cuando se queman carburantes contaminados con azufre se producen reacciones ácidas; como consecuencia, las condiciones en el ambiente son propicias para que se produzca lluvia ácida, lo mismo ocurre con los ácidos fuertes como el ácido nítrico.

Tales reacciones pueden tomar horas o incluso días en llevarse a cabo, por lo que el viento puede acarrear esos contaminantes cientos de kilómetros antes de que caigan en forma líquida, ya sea como *depósito húmedo* (lluvia, niebla, nieve o granizo) o *depósito seco* (en forma de partículas y polvos) que se adhieren a las superficies. La lluvia ácida o depósito ácido es, por lo tanto, una consecuencia directa de los procesos de auto limpieza de la atmósfera.

Reacciones Básicas de la Luvia Ácida	
Los NO _x de la combustión reaccionan con la humedad del agua	
$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{NO}$	$\text{NO}_2 + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$
$\text{NO} + \text{O}_2 = 2 \text{NO}_2$	$\text{NO}_x + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$
Producen pequeñas partículas líquidas de Ácido Nítrico que precipita con la lluvia.	

Tabla. - 13 - Reacciones Químicas de los Óxidos Nítricos.

Las reacciones químicas directas del nitrógeno generalmente requieren altas temperaturas, debido a su poca reactividad química. Su reacción con el oxígeno puede efectuarse cuando se usa una descarga eléctrica de alto voltaje; así el dióxido de nitrógeno se descompone por la acción de la luz solar en óxido nítrico y oxígeno atómico (altamente reactivo).

Las construcciones, las estatuas y los monumentos de piedra sufren erosión por diversos contaminantes que arrastra el aire, entre ellos la lluvia ácida. Los materiales de construcción como: pinturas, aceites, mampostería, acero galvanizado, piedra caliza, piedra arenisca y mármol también están expuestos a sufrir daños.

Los efectos de los diversos contaminantes todavía no se pueden separar unos de otros de manera confiable. Sin embargo, se acepta que el principal agente corrosivo individual de los materiales de construcción es el dióxido de azufre y sus productos secundarios.

Las piedras arenisca y caliza se han utilizado con frecuencia como materiales para monumentos y esculturas. Ambas se corroen con más rapidez en el aire ciudadano cargado de azufre que en el aire campestre libre de azufre. Cuando los contaminantes azufrados se depositan en una superficie de piedra arenisca o caliza, reaccionan con el carbonato de calcio del material y lo convierten en sulfato de calcio (yeso), fácilmente soluble, que se deslava con la lluvia. La desfiguración y disolución de famosas estatuas y monumentos, como la Acrópolis de Atenas y tesoros artísticos de Italia se ha acelerado considerablemente en los últimos 30 años, en muchos casos obras que han estado en pie por siglos.

Algunas de las especies químicas que hay en la atmósfera como el SO_2 , NO , NO_2 , CO , CO_2 , NH_3 , pueden interactuar con el vapor de agua del aire y producir iones o ácidos que son los que forman la lluvia ácida.

El agua de lluvia es ligeramente ácida porque el agua y el dióxido de carbono contenido en el aire forman Ácido Carbónico y tiene un pH entre 5.7 y 7. En lugares contaminados por Ácido Sulfúrico y Ácido Nítrico el pH de esa lluvia varía entre 5 y 3.

El Dióxido de Azufre y los Óxidos Nítrico y Nitroso son originados principalmente por las termoeléctricas, los motores de combustión interna de coches o aviones y algunas otras industrias. Casi todas las construcciones que hace el hombre como edificios, monumentos y maquinaria son corroídas por exposición prolongada a ácidos diluidos; sin embargo, los efectos a largo plazo sobre la

naturaleza son más importantes. El incremento de ácidos en el suelo acelera la velocidad de lixiviación de los nutrientes vitales como el calcio para las plantas y la vida acuática.

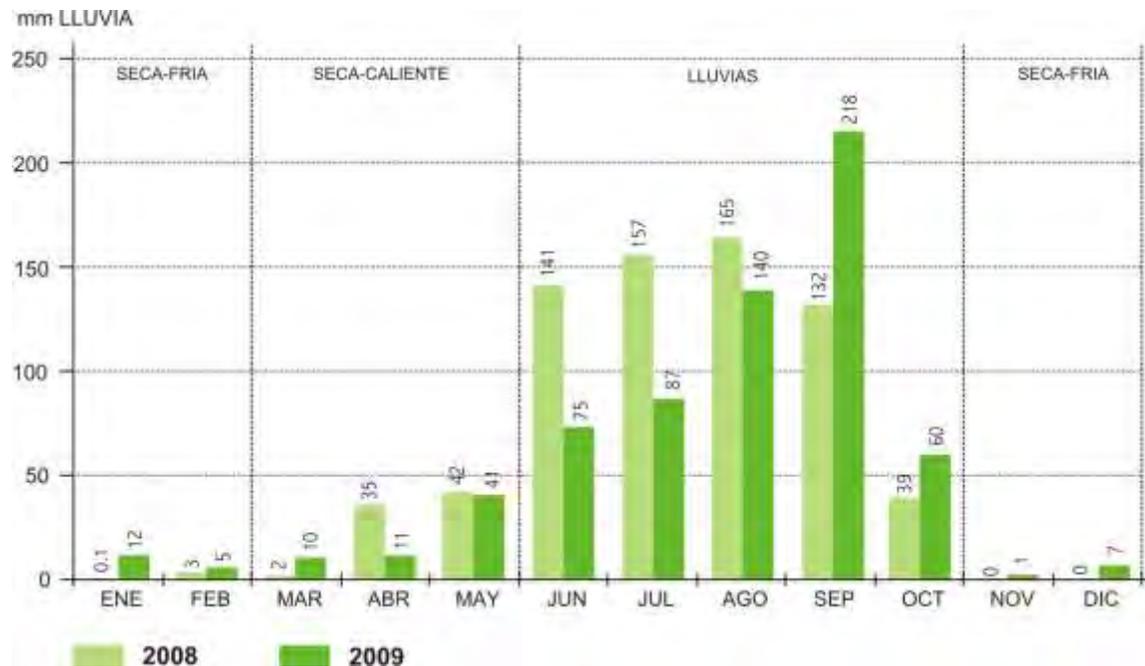


Figura 2.10 La gráfica muestra los milímetros de lluvia ácida mensualmente

La Figura 2.10 muestra la precipitación en mm. de columna de agua durante los meses de 2008 y 2009, la información fue recabada del SIMAT. Se observa la abundancia de lluvias durante los meses de junio a septiembre relativa a la temporada de lluvias en la ZMCM. En la temporada de lluvias se observa una baja contaminación por partículas y por ozono, por lo que se infiere la influencia de la precipitación de agua que contribuye a lavar la atmósfera.

La precipitación de los CO_x , NO_x , SO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y las cenizas que son arrojadas de chimeneas de fábricas, de escapes de automóviles y camiones son atrapadas por el agua de la lluvia y provocan reacciones químicas que alteran el pH de la lluvia, mismas que a su vez reaccionan con los iones alcalinos como el potasio, sodio y calcio que precipitan como sales de carbonatos de potasio, sodio y calcio respectivamente; a este proceso se le llama *meteorización*.



Figura 2.11. Formación de la lluvia ácida.

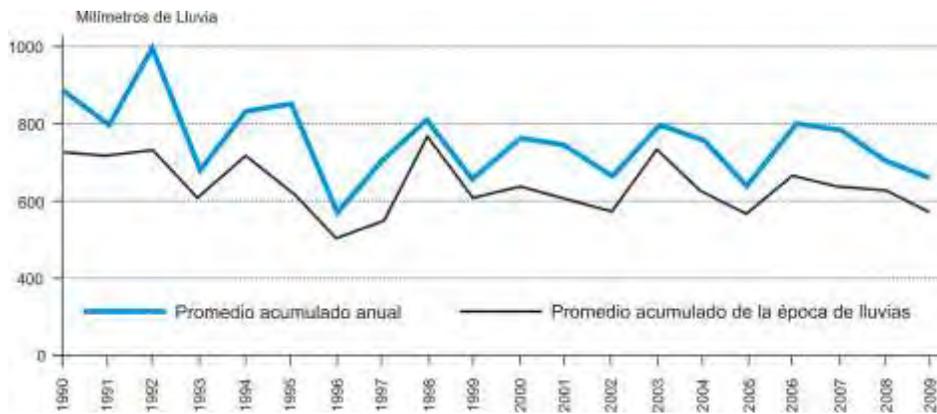


Figura. 2.12. Precipitación pluvial en la Cd de México desde 1990 (Sistema de Aguas de la Cd. De México) Información obtenida del Informe 2009 Calidad del Aire en la Ciudad de México.

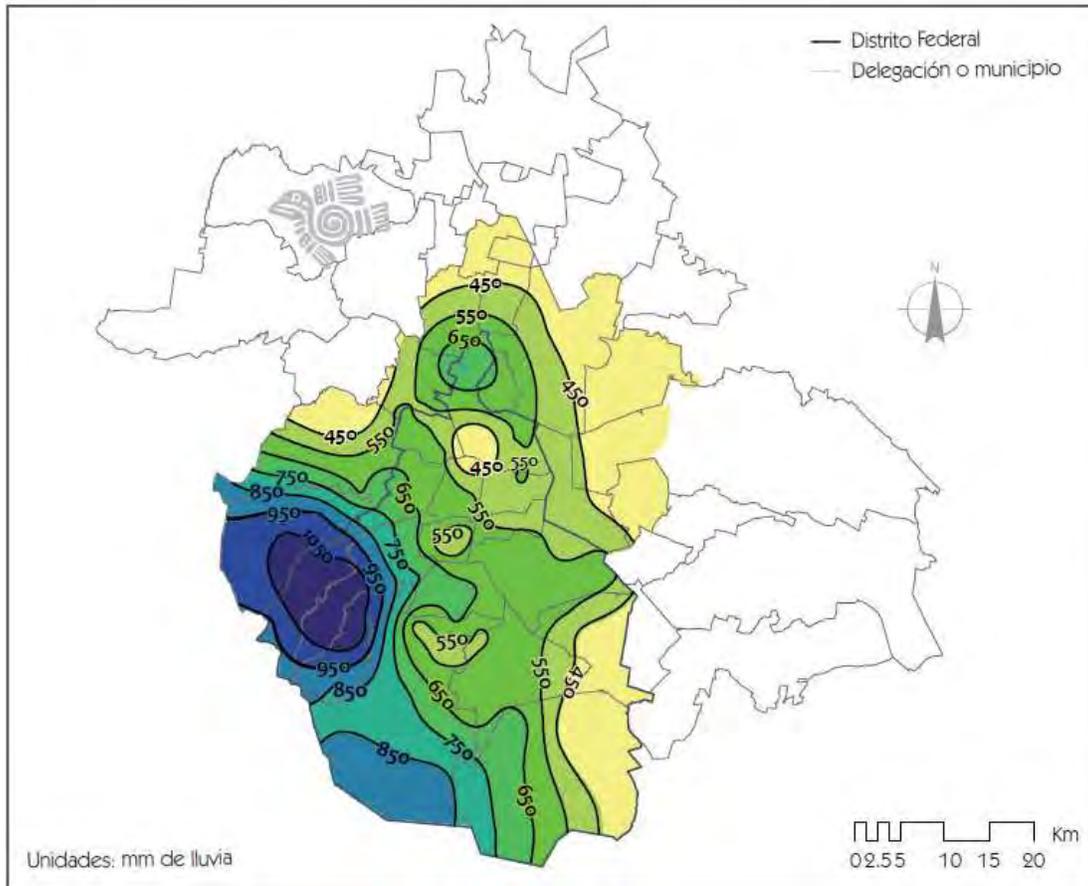


Figura. - 2.13. Muestra las curvas igual precipitación en la ZMVM (Fuentes: Informe Calidad del aire 2009. México DF.9).

El mapa ubica la distribución pluvial en la ZMVM, se observa que la concentración se encuentra en las montañas de la Sierra del Ajusco, Sierra de las Cruces y Sierra Nevada; donde se presenta con mayor probabilidad el riesgo. La lluvia ácida es una amenaza a la vida de las personas, la acidez quema la materia orgánica, los efectos son la oxidación y la deterioración de las estructuras y fachadas de los edificios, de igual forma los polvos o partículas ácidas al ser respiradas irritan las vías respiratorias. Sin embargo, el lavado de la atmosfera por las lluvias limpia el ambiente y precipita los ácidos en forma de sales; al fenómeno se le denomina meteorización que es el mecanismo natural de la formación de las rocas.

2.5 Tolvaneras

La cantidad de materiales suspendidos en la atmósfera se le conoce como Tolvanera, que son polvos arrastrados por las corrientes de aire que se forman en los terrenos secos y las partículas provenientes de la quema de los combustibles usados por las calderas industriales, el parque vehicular, y los hogares domésticos. Los polvos son pequeñas partículas suspendidas formando mezclas de componentes con diversas características químicas y físicas; la complejidad junto con la potencialidad que tienen para causar daños varía con el tamaño, composición, fuentes y propiedades físicas.

Las partículas se presentan en el aire ambiente en una gran variedad de formas, tamaños, origen y composición; las más grandes pueden permanecer en suspensión algunos minutos y recorrer distancias cortas, mientras que las más pequeñas permanecen en suspensión por largos períodos y pueden recorrer grandes distancias. Los estudios epidemiológicos asocian a las partículas menores a 10 micrómetros (PM10) y a 2.5 micrómetros (PM2.5) con daños que incluyen: problemas respiratorios crónicos, mortalidad prematura, admisiones hospitalarias y visitas a salas de emergencia; también sucede con otros contaminantes criterio, los grupos más afectados son los adultos mayores, los niños y las personas con enfermedades previas. Las partículas más pequeñas representan un mayor riesgo para la población.

Las condiciones para que el evento se lleve a cabo consisten en una resequedad del aire a una humedad relativa del 10 %, característica que se encuentra durante el período de marzo hasta mayo en la ZMVM y se alcanzan episodios por arriba de las NOM. Los lugares de mayor frecuencia son Municipios como Ecatepec, Netzahualcóyotl, y delegaciones como la Gustavo A. Madero e Iztapalapa.

2.6 Teoría de Sistemas

La primera definición dada por Bertalanffy¹⁶ [18], lo da a conocer como las interrelaciones y mutua dependencia de las variables. Para él, "un sistema puede ser definido como un complejo de elementos interactuantes", y como ejemplo de definición matemática sencilla de interrelación puede tomarse un sistema de ecuaciones diferenciales simultáneas, de tal manera que, por una parte, una magnitud O_1 se presenta en función de otras O_1, O_2, \dots, O_n y éstas son, a su vez, funciones de aquélla que las contiene.

¹⁶ Bertalanffy, L. von. Teoría General de los Sistemas.

$$\frac{dQ_1}{dt} = f_1(Q_1, Q_2 \dots Q_n)$$

$$\frac{dQ_2}{dt} = f_2(Q_1, Q_2 \dots Q_n)$$

$$\frac{dQ_n}{dt} = f_n(Q_1, Q_2 \dots Q_n)$$

Figura 2.14. Ecuaciones diferenciales homogéneas que muestran la interacción de los sistemas.

Los conjuntos anteriores de ecuaciones significan que la variable Q varía con respecto al tiempo y está en función de la variable (desde Q1 hasta Qn).



Figura 2.15. Sistema de lazo cerrado.

La figura 2.15, ilustra la transformación de los insumos en productos de entrada y salida. El material entra al sistema, la primera estación compara y contrasta con la especificación asignada, establece el valor de la desviación; la siguiente etapa regula, es decir agrega o quita magnitud con relación a límites y tolerancias y envía la señal a la siguiente estación, en la estación denominada planta se procesa la señal sin considerar perturbaciones del entorno y entrega el resultado al consumidor, si existe conformidad con el producto o servicio sigue la cadena de consumo; de lo contrario éste pasa a la estación de retroalimentación para agregar o quitar magnitud y así continúa hasta obtener la conformidad del cliente del sistema.

Se puede decir, por tanto, que un sistema¹⁷ es un conjunto de elementos (a menudo numerosos y variados) operativamente relacionados entre sí de manera que interactúan mutuamente; adoptando las variables que presentan una

¹⁷ Berry, B.J. Geografía de los centros de mercado y distribución.

interdependencia ligada por procesos de retroalimentación y cuyo comportamiento global interesa formalizar y cuantificar. Se puede hablar así, de sistema ecológico, de sistema bancario, de sistema urbano, de sistema planetario, etc. Para aclarar las definiciones de sistema y lo que implican, conviene resaltar las características básicas, como la jerarquización en un sistema que se organiza conforme al grado de complejidad de los elementos o estructuras que intervienen, de modo que los grados y la jerarquización de un sistema serán más altos o más bajos respecto a su mayor o menor complejidad.

Si se trata de un sistema de relaciones múltiples, la jerarquización implica una relación funcional entre los niveles de complejidad; por ejemplo: una interrelación entre tejidos y órganos de un cuerpo animal, aunque el órgano sea un elemento más complejo que un tejido. Otro ejemplo, sería una interrelación entre región y pueblo o entre centros de mercado superiores o inferiores. Pero a su vez, el concepto de jerarquización se ha empleado de una manera mucho menos precisa para describir situaciones observadas dentro del comportamiento de los grupos humanos, por ejemplo: la jerarquización establecida como reflejo de objetivos que se anteponen unos a otros, la jerarquización como liderazgo o como importancia en el establecimiento de roles en una sociedad.

Tales propiedades vienen a justificar la consideración del sistema como unidad y no como simple suma de los elementos o partes que la componen; cuando se adopta este punto de vista se adopta un enfoque holista o de totalidad. La adopción de este enfoque implica que un sistema no pueda ser estudiado por partes, es decir analíticamente, sino que ha de ser estudiado en conjunto, por lo cual se ha de establecer ante todo un modelo de las interrelaciones posibles, o un modelo del funcionamiento del sistema.

En consecuencia, las ciudades deben ser estudiadas como un sistema urbano, es decir en su totalidad, no es posible disgregar los elementos para el estudio; por ejemplo: el transporte urbano debe ser diseñado bajo las condiciones de integración y no por separado, como es el caso de la ZMVM que se tiene una diversidad inoperante.

El sistema se representa por un modelo en el que los elementos que interactúan están a su vez representados por una serie de variables relacionadas entre sí formalmente. La representación en esquema se realiza por medio de un diagrama de influencias mutuas. La dinámica de estos diagramas funcionales permite observar la estructura del sistema dinámico.

Si se supone que la variación de un elemento A influye en la variación de un elemento B de tal modo que, si A aumenta, B aumenta, y si A disminuye B disminuye; diremos en tal caso que tenemos una relación positiva. Si por el contrario al aumentar A , disminuye B , o si al disminuir A aumenta B se establece

una relación negativa entre A y B . Un ejemplo del primer caso sería en ausencia de mortalidad creciente, la influencia del mayor número de nacimientos sobre la cantidad de población; un ejemplo del segundo caso lo constituye la variación del costo de la gasolina respecto al transporte y así como gran número de procesos homeostáticos en biología.

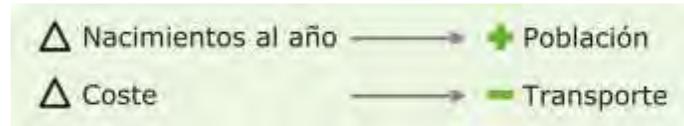


Figura. 2.16 Diagrama de Influencia positivo y negativo

La relación anterior en el aumento de los nacimientos en una comunidad significaría que, si la relación es positiva la población crece. Los diagramas de influencia se pueden establecer en el *diagrama de retorno* de tal modo que B sea una función de A y A sea función de B . Por ejemplo: en los casos expuestos.



Figura 2.17. Diagrama de retorno

La relación anterior del primer caso, al referirse a la población como una influencia positiva, la población va en aumento y si la tasa de nacimientos también lo es, entonces el retorno es positivo, es decir la población crece. En caso del transporte se tiene un crecimiento positivo, sin embargo si aumenta la gasolina el retorno influye negativamente.

En estos diagramas de retorno, las vueltas completas de la flecha a la variable de partida se denominan *bucles de realimentación*. La situación puede ser más compleja si intervienen un mayor número de elementos en la relación de influencias.

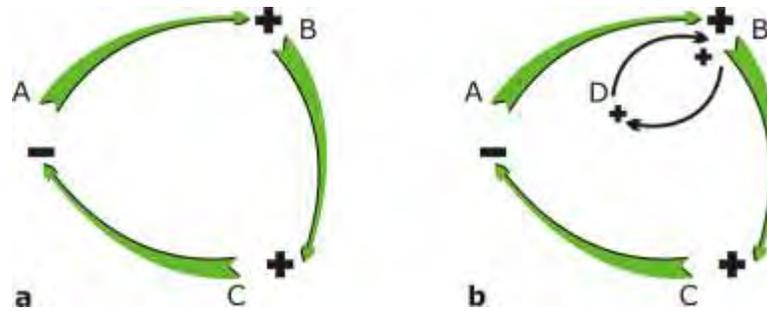


Figura 2.18. Bucle de retroalimentación.

Un bucle realimentado es positivo si todas sus relaciones son positivas, o bien si tiene un número par de relaciones negativas, así el bucle de la figura 2.18a será positivo y negativo, y el más complejo de la figura 2.18b tendrá uno negativo y otro positivo, dominando uno y otro según las fuerzas de las relaciones establecidas entre las variables. Los diagramas son muy útiles para la descripción de procesos, programas y ciclos de vida, como claro ejemplo se tienen los diagramas de flujo.

Los diagramas utilizados,¹⁸ [19] se basan en principios semejantes de funcionamiento, los elementos en los bucles de retroalimentación vienen representados por variables de nivel, flujo y auxiliares. *Las variables de nivel* indican el estado presente, o bien aquél estado del que parten las variables principales de un sistema, el valor de estas variables es fijado a través del conocimiento directo de la situación.

Las variables de flujo son los instrumentos operativos principales que afectan las variaciones de nivel, en el caso del nivel de población, serían: las tasas de nacimientos y defunciones que son consideradas variables de flujo.

Las variables auxiliares se pueden emplear para representar las no linealidades que aparecen en el sistema e influyen en la variación de los flujos. Por ejemplo: una de las causas de no linealidad en la correlación de las tasas de nacimientos y muertes con la población puede estar constituida por las tasas de hacinamiento. La evaluación de las variables auxiliares se efectuará experimentalmente (como el de cualquier constante), o por medio de un proceso de prueba iterativo en el que los valores se vayan ajustando.

¹⁸ Aracil, J. Introducción a la dinámica de sistemas. Una exposición clara del funcionamiento de los diagramas de Forrester junto a la exposición del modelo Mundo-2 con los correspondientes diagramas.

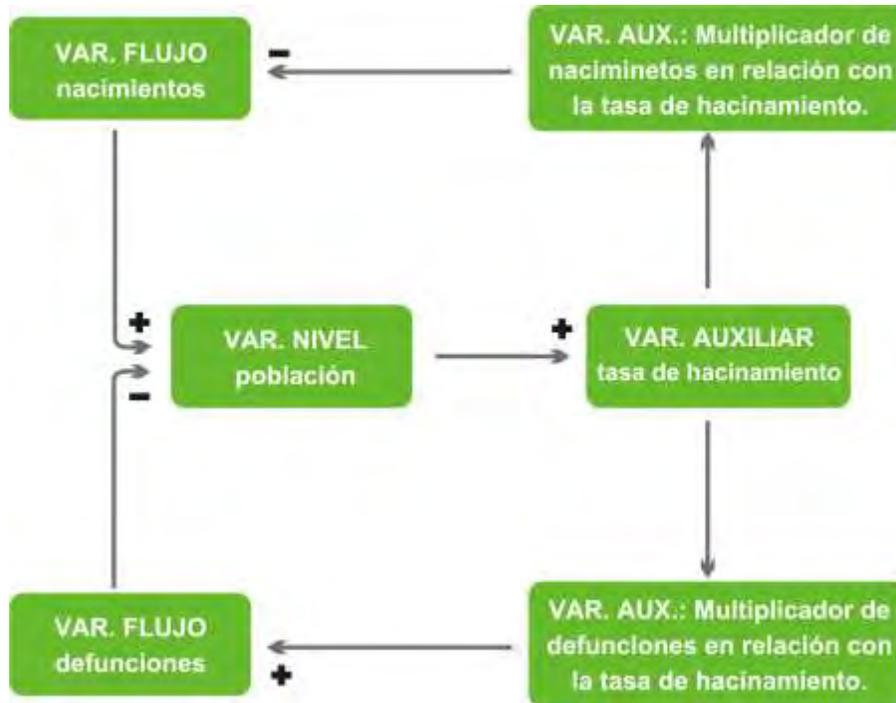


Figura. 2.19. Diagrama de Forrester.

En la figura 2.19, la población es una variable de nivel que indica el valor de estado de la población en ese momento, pero cuando ésta se somete a una tasa de hacinamiento que representa una condición no lineal; se tiene una constante que multiplica la variable de flujo defunción y por ello afecta negativamente el crecimiento de población. Sí por otra parte también esta tasa de hacinamiento tiene una constante que favorece, entonces se multiplica a la variable de flujo que impacta positivamente al crecimiento de la población.

El funcionamiento milenario de la biosfera ofrece un ejemplo modélico de un sistema que se comporta de modo globalmente sostenible. La Tierra¹⁹ [20] es un sistema abierto de energía pero cerrado en materiales. Sin embargo los ecosistemas urbanos son sistemas abiertos; esto significa que necesitan degradar energía y materiales para mantenerse con vida, y no solo del entorno local sino que degradan amplias áreas territoriales. La cuestión clave está en que la economía de los hombres sepa aprovechar la energía solar y sus derivados renovables, para así cerrar los ciclos de materiales y posibilitar que los residuos de éstos se conviertan otra vez en recursos. Lo cual evitaría el progresivo deterioro de la Tierra por agotamiento de los recursos y contaminación por los residuos. Para el mantenimiento de la atmósfera terrestre existen los ciclos

¹⁹ Berry Brian, J. L. *Geografía de los centros de mercado y distribución 01 por menor.*

biológicos, que mantienen estable tanto los aportes como las salidas de oxígeno, por lo que la Tierra permanece equilibrada.

Según el diagrama de Crecimiento Demográfico del País, se tiene la variable de nivel que muestra el estado que guarda la población desde 1910 al 2000; tiene un valor de 15. 2 y 108.4 Millones de habitantes respectivamente²⁰ [21]

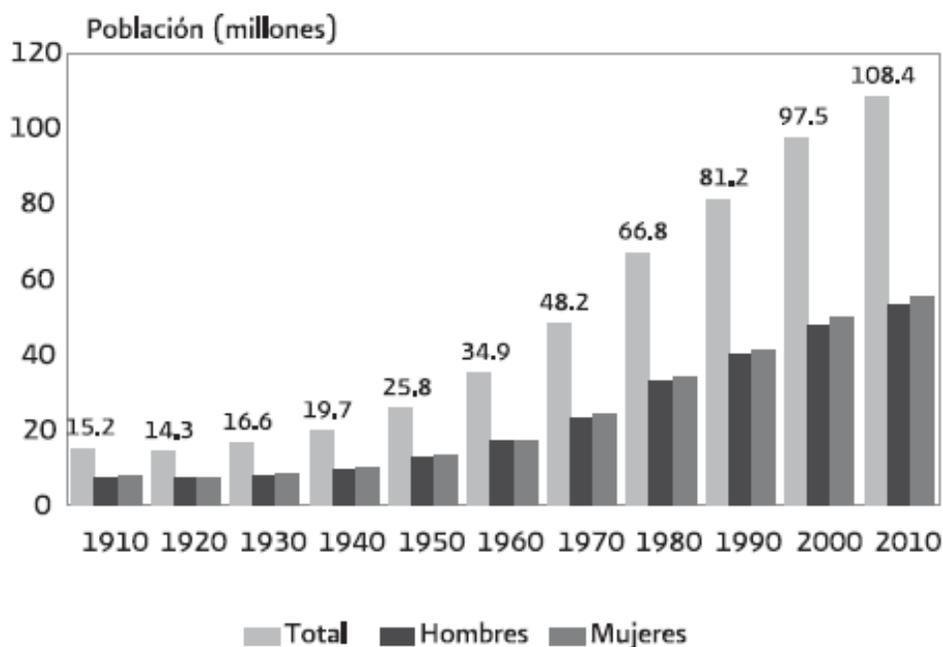


Figura 2.20. Censos de Población 1910-2000. CONAPO: Indicadores demográficos, 2005-2030.

De 1910 a 1920, la variable de flujo decrece en 900 mil habitantes según los censos de población; aquí se utilizan las variables auxiliares para explicar la incongruencia del dato, es así como la guerra civil de la Decena Trágica adquiere la influencia negativa. Otra incongruencia es en 1960 con 34.9 millones a 48.2 millones en los años 1970, la variable auxiliar explica que por los programas de industrialización puestos en marcha desde los años 1950, la población rural emigró a las ciudades, ver figura 2.21. La migración de la población, del campo a la ciudad buscó mayores oportunidades y desencadenó el crecimiento súbito de la ZMVM.

²⁰ Mendoza García, Ma. Eulalia y Tapia Colocía, Graciela. Situación Demográfica de México 1910-2010.

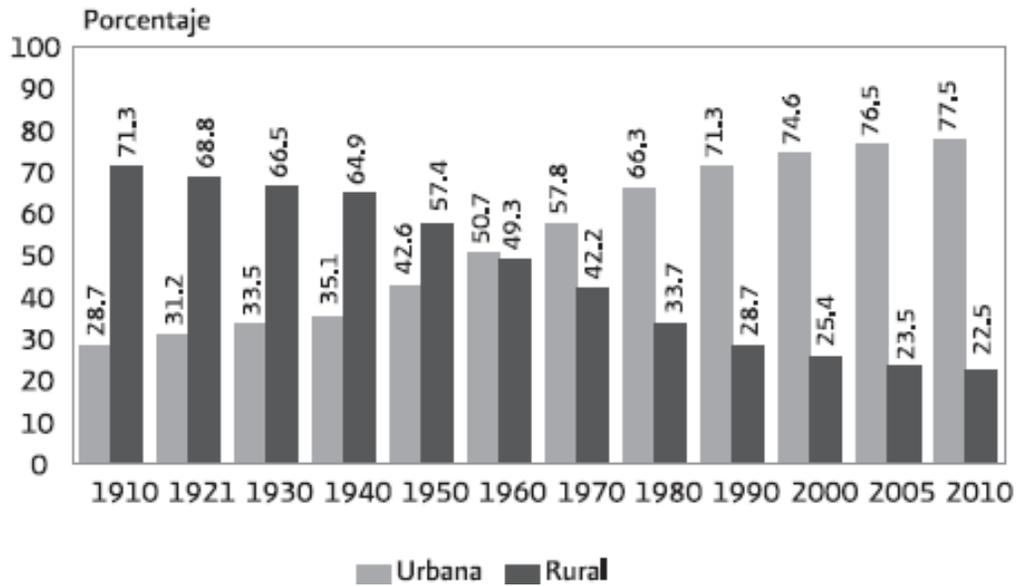


Figura 2.21 Porcentaje de población por lugar de residencia, 1910-2010 (Fuente: *Proyecciones de la Población de México, 2005-2050*. INEGI, Estadísticas Históricas de México, 2009).

La figura anterior muestra el año 1960 como el parteaguas del equilibrio entre población rural y urbana.

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO
URBANO

CAPÍTULO III COMBUSTIBLES

Capítulo III: Combustibles

Los combustibles fósiles tienen origen en épocas pasadas de la vida de la Tierra y son derivados de grandes depósitos de restos de plantas y animales producidos de hace millones de años; la formulación fue el resultado de reacciones complejas y grandes presiones y el material se concentró en una masa aceitosa sepultada en los mantos y cavernas de las entrañas de la tierra; los aceites y grasas almacenados, finalmente se convirtieron en productos como: carbón, petróleo, hulla, chapopote, antracita, linito entre otros; que son los compuestos orgánicos básicos de los combustibles y de los productos petroquímicos. Todo ello, constituye la base energética que dio sustento a la revolución industrial del Estado Moderno.

Los programas de investigación dieron inicio a la industrialización que propicio la época de las patentes de las maravillas mecánicas y de los grandes inventos que abrieron la puerta a la industrialización; se fomentó la automatización y la producción de complejos industriales; es decir, el mundo de las máquinas que demanda cada día y en cada instante enormes cantidades de energía. La economía del mundo moderno fue concebido y diseñado para su desarrollo en el consumo de los energéticos; la investigación hizo posible la capacidad del ingenio humano, que con sabiduría hizo posible el desarrollo de equipos, instalaciones y maquinaria, con alta eficiencia de poder transformar la energía almacenada en la molécula del petróleo para ser aplicada al desarrollo de la comunidad; tal hito motivo el crecimiento desbordante de las Ciudades que dio lugar a fenómenos urbanos tan complejos como las Mega ciudades, que aparecen por todo el Planeta.

Por otra parte, el combustible cada día se utiliza con mayor intensidad para el funcionamiento de la fábricas, las calderas que alimentan a las termoeléctricas, los servicios de vapor de los hospitales, la hotelería para el turismo, los calentadores y estufas de los hogares, la macro flota de camiones, autobuses y automóviles que atienden al transporte urbano, que mueven el transporte de carga; por ello, las ciudades son muy sensibles a la problemática derivada del uso del petróleo; al compararlo con otras fuentes como el carbón y la madera resulta el más eficiente por su poder calorífico, y por la facilidad en la operación y manejo para extraer su energía; menos contaminantes al compararse con el carbón que es un problema extremo por contener azufre en su molécula.

La experiencia de Londres así lo demuestra, al igual que actualmente pasa en Pekín China; además de ser más eficiente y rentable. Sin embargo, el uso ineficiente y el abuso en el alto consumo de combustible que los habitantes de la ciudad hacen de él; trae como consecuencia considerables daños en el sistema

ecológico y causa importantes desequilibrios que afectan la salud de los habitantes y la seguridad de la infraestructura urbana.

3.1.- Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)



Figura 3.1. División Política de la Zona Metropolitana del Valle de México.²¹ [22]

²¹ Panorama Demográfico 2005 de la ZMVM, Trascendencia de los Cambios Demográficos Recientes.

El Valle de México²² [23] se ubica sobre los 19°20' de Latitud Norte y 99°05' de Longitud Oeste, forma parte de una cuenca, la cual tiene una elevación promedio de 2,240 msnm y una superficie de 9,560 km²; presenta Valles Intermontañosos, Mesetas y Cañadas, así como terrenos semiplanos, en lo que alguna vez fueron los Lagos de Texcoco, Xochimilco y Chalco.

Está integrada por una parte del Estado de México, el sur del Estado de Hidalgo, el sureste de Tlaxcala y casi la totalidad del Distrito Federal. Dentro del Valle se ubican las 16 delegaciones, los 58 municipios del Estado de México y 1 del Estado de Hidalgo, con una Superficie de 3,540 km² lo que representa el 37% de la Cuenca del Valle de México, que cuenta con prominencias topográficas aisladas como el Cerro de la Estrella, el Peñón y el Cerro de Chapultepec, entre otros.

Configuración de la ZMVM			
Álvaro Obregón	Cuajimalpa	Iztapalapa	Tláhuac
Azcapotzalco	Cuauhtémoc	M. Contreras	Tlalpan
Benito Juárez	Gustavo A. Madero	Miguel Hidalgo	Venustiano Carranza
Coyoacán	Iztacalco	Milpa Alta	Xochimilco
Tizayuca, HGO.			
Acolman	Cuautitlán	Nextlalpan	Tepotzotlán
Amecameca	Cuautitlán Izcalli	Nezahualcoyotl	Tequixquiac
Apaxco	Ecatepec de	Nicolas Romero	Texcoco
Atenco	Morelos	Nopaltepec	Tezoyuca
Atizapán de Z.	Ecatzingo	Otumba	Tlalmanalco
Atlautla	Huehuetoca	Ozumba	Tlalnepantla de B.
Axapusco	Hueypoxtla	Papalotla	Tonanitla
Ayapango	Huixquilucan	San Martín de	Tultepec
Chalco	Isidro Fabela	Las Pirámides	Tultitlán
Chiautla	Ixtapaluca	Tecámac	Valle de Chalco
Chicoloapan	Jaltenco	Temamatla	Solidaridad
Chiconcuac	Illotzingo	Temascalapa	Villa del Carbón
Chimalhuacán	Juchitepec	Tenango del Aire	Zumpango
Coacalco de B.	La Paz	Teoloyucan	
Cocotitlan	Melchor Ocampo	Teotihuacán	
Coyotepec	Naucalpan De Juárez	Tepetlixpa	

Tabla 14 - División Política de la ZMVM.²³ [24]

²² Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y a 59 municipios del Estado de México.

²³ Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Inventarios de Emisiones de Contaminantes Criterio 2008.

Las figuras anteriores, muestran el territorio y la división política de la ZMVM²⁴ [25] y mediante Acuerdo de las Autoridades Gubernamentales:

“El Distrito Federal y “El Estado de México” emiten la siguiente Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México”, con respeto absoluto a la soberanía y territorio de cada entidad federativa, y con el carácter de instrumento para la unificación, conceptualización, integración de planes, programas, acciones y atención conjunta o coordinada de asuntos de beneficio común en el ámbito metropolitano de su respectiva competencia, declaran que la Zona Metropolitana del Valle de México queda comprendida por el territorio integrado por las 16 Delegaciones del Distrito Federal y los siguientes 59 municipios del Estado de México: Acolman, Amecameca, Apaxco, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Atlautla, Axapusco, Ayapango, Coacalco de Berriozabal, Cocotitlán, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Ecatepec, Huehuetoca, Hueyoxtlá, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotzingo, Juchitepec, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Nextlalpan, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Ozumba, Papalotla, San Martín de las Pirámides, Tecámac, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Aire, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepetlixpa, Tepotzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Tlalmanalco, Tlalnepantla de Baz, Tonanitla, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad, Villa del Carbón y Zumpango.

En la declaratoria conjunta para definir la ZMVM publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 23 de febrero del 2005; existen un conjunto de acuerdos de colaboración entre las entidades que permiten una planeación en el desarrollo urbano de la Zona.

El concepto de “zona metropolitana²⁵” [26] fue elaborado por Luis Unikel en 1976 **como:** *“ la extensión territorial que incluye a la unidad político-administrativa que contiene la ciudad central, y las unidades político-administrativas contiguas a ésta que tienen características urbanas, tales como sitios de trabajo o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no agrícolas y que mantienen una interrelación socioeconómica directa , constante e intensa con la ciudad central, y viceversa”*

²⁴ Secretaría de Gobierno Declaratoria de la ZMVM, Gaceta Oficial del Distrito Federal.

²⁵ Secretaría de Desarrollo Social Consejo Nacional de Población Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005.

3.2.- Vulnerabilidad de la (ZMVM)

El área urbana se extiende en una cuenca semicerrada, en la porción suroeste del Valle de México, la cual está sujeta de manera natural a condiciones que no favorecen una adecuada ventilación de la atmósfera. Entre los principales factores fisiográficos y climáticos que afectan la calidad del aire destacan los siguientes:

- a. El entorno montañoso que rodea la cuenca constituye una barrera natural que dificulta la libre circulación del viento y la dispersión de los contaminantes.
- b. Es un medio propicio para la acumulación de los contaminantes atmosféricos. Las montañas que delimitan la cuenca de 3,200 metros, con elevaciones que superan los 5,400 metros; y la parte plana del valle que corresponde a los lechos de los lagos está a una altitud de 2240 msnm; estos datos dan una profundidad de 500m en promedio ver figura 15 capítulo II, por consiguiente se tiene una superficie urbana de 3,540 km² y una profundidad de 0.5 Km este volumen debe ser desalojado al menos 10 veces para mantener condiciones atmosféricas saludables para los habitantes de la ZMVM.

Las frecuentes inversiones térmicas que ocurren en el Valle, [27] en más del 70% de los días del año, son un fenómeno natural que causa un estancamiento temporal de las masas de aire en la atmósfera. Ello inhibe la capacidad de autodepuración de la zona y favorece la acumulación de los contaminantes. El estancamiento perdura hasta que, al transcurrir el día y de manera gradual, la inversión térmica se rompe debido al calentamiento de la atmósfera, entonces los contaminantes se dispersan.

Los sistemas anticiclónicos que se registran frecuentemente en la región centro del país, tienen la capacidad de generar cápsulas de aire inmóvil en áreas que pueden abarcar regiones mucho mayores que el Valle de México.

La intensa y constante radiación solar que se registra en el Valle de México a lo largo de todo el año, favorece la formación del Ozono. Ello es resultado de las complejas reacciones que la Luz Ultravioleta del Sol desencadena entre los Óxidos de Nitrógeno y los Vapores Hidrocarburos emitidos a la atmósfera, los cuales son precursores del Ozono.

La altitud a la que se ubica el Valle de México (2,240 msnm), determina que el contenido de oxígeno sea 23% menor que a nivel del mar, lo cual tiende a hacer más contaminantes los procesos de combustión. La ZMVM por sus características

geográficas, orográficas, el clima y el desarrollo urbano tan proclive, el consumo excesivo de agua, el consumo de energéticos; hacen más vulnerable la Ciudad.

Los sistemas meteorológicos²⁶ [28] predominantes marcan claramente dos épocas climáticas con particularidades bien definidas: la época de lluvias, que se extiende de junio a octubre, caracterizada por aire marítimo tropical con alto contenido de humedad; y la época de secas que se identifica con humedad relativa baja (masa de aire de tipo polar). Esta época se subdivide en dos: la seca-caliente, de marzo a junio, en la cual predomina aire con característica tropical pero seca; y la época seca-fría, de noviembre a febrero cuyas características meteorológicas la definen como aire de tipo polar con bajo contenido de humedad.

La temperatura media anual, según el periodo de 1960 a 2001, es de 14.5°C y oscila entre los 12 y 17°C. En abril y mayo se presentan los valores más altos y en noviembre, diciembre, enero y febrero las temperaturas más frías. En las partes planas se presentan las temperaturas más altas, como es el caso del norte del Distrito Federal y parte central del Estado de México, y las temperaturas bajas en las zonas montañosas, como la Sierra del Ajusco y Sierra Nevada.

La precipitación media anual (1960-2001) es de 671 mm con valores altos en la Sierra del Ajusco y en la Sierra Nevada, con valores mayores de 1,000 mm, y valores bajos en la parte central, entre 500 y 600 mm. La evaporación media anual es de 1,640 mm. De marzo a mayo es más intensa, y en diciembre se presenta el valor mínimo. La ZMVM en las dos últimas décadas ha tenido un crecimiento desbordante, a consecuencia de las políticas de industrialización que empiezan en los cincuenta del siglo pasado y el abandono del campo mexicano. Los campesinos tuvieron que emigrar a las urbes y el crecimiento demográfico se hizo explosivo con consecuencias no muy agradables para la calidad de vida de la ciudad, con la creación de zonas conurbadas, invasiones a zonas de conservación territorial, ciudades perdidas como Netzahualcóyotl, Ecatepec, e Iztapalapa que son lugares donde el crecimiento de la población es más abundante.

²⁶ Lafragua, J. et al. Balance hídrico del valle de México.

3.3. Crecimiento Urbano

El incremento de la población en la Ciudad de México en pocos años ha ocasionado una problemática muy especial; el resultado de las migraciones del campo a la ciudad como lo muestra la figura 30 del capítulo II en la década de los sesenta la mitad de la población era urbana; el conflicto demográfico se refleja muy claramente en un mal uso del suelo, por el poco control de los asentamientos; es decir, son dispersos con zonas no aptas para el desarrollo urbano; a pesar del plan regulador que conlleva a problemáticas muy complejas con asentamientos irregulares que se ubican en zonas de riesgo y en áreas protegidas; más aun, si en ellas no existen recursos disponibles para remediar la situación; en este sentido un plan rector de desarrollo urbano debe tener la facultad de regular bajo la normativa adecuada el asentamiento urbano. La Zona Conurbada de la Ciudad de México es un caso singular ya que desde los años setenta a la fecha su población se ha duplicado y presenta tasas de crecimiento poblacional elevadas y por tal motivo la Ciudad se destaca por ser una de las más pobladas del planeta.

Según datos del II Censo de Población y Vivienda 2005, la ZMVM²⁷ [29] registró para este año un total de 19,239,910 habitantes, cifra que representa el 18.6 % del total nacional. De ellos, el 45.3% vive en las 16 Delegaciones del DF, el 54.4% en 59 Municipios del Estado de México y el 0.3% restante en el municipio de Tizayuca, Hidalgo.

Tendencias Demográficas ²¹ (millones de habitantes)										
	1970	%	1980	%	1990	%	1995	%	2020	%
Distrito Federal	6.8	74%	8.08	62%	8.2	53%	8.5	49%	9.0	34%
Municipios	2.4	26%	4.9	38%	7.3	47%	8.6	51%	17.2	66%
Total	9.2	100%	12.9	100%	15.5	100%	17.1	100%	26.2	100%

Tabla .15 - Demografía Urbana de la ZMVM [30]

El crecimiento poblacional ha sido aprovechado por organizaciones políticas que muy lejos de regular los asentamientos los han complicado; los reglamentos y leyes urbanas tienen reglas claras, pero lo que han predicado se ha convertido en letra muerta, como lo señala la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; ejemplo de ello es la urbanización del Ajusco; las Barrancas de Contreras; las Minas de Arena de Santa Fe y las Lomas de Tarango.

²⁷ Boletín *Metrópoli*. Panorama Demográfico 2005 de la ZMVM, Trascendencia de los Cambios Demográficos Recientes.

El conteo de la población en la ZMVM por Delegación y por Municipio reporta datos de utilidad que ubica las entidades de mayor población y asentamientos; las Delegaciones de mayor población son la Delegación Iztapalapa con 1,820.888 habitantes, Gustavo A Madero con 1,193,161 habitantes y el Municipio de Ecatepec con 1,688,258; Nezahualcóyotl con 1,140, 526 habitantes.

	Deleg. / Municipio	1990	1995	2000	2005
DISTRITO FEDERAL	Álvaro Obregón	642,753	676,930	687,020	706,567
	Azcapotzalco	474,686	455,131	441,008	425,296
	Benito Juárez	407,811	369,958	360,478	355,017
	Coyoacán	640,066	653,489	640,423	628,063
	Cuajimalpa	119,669	136,873	151,222	173,625
	Cuauhtémoc	596,960	540,382	516,255	521,346
	Gustavo A. Madero	1,268,068	1,256,913	1,236,542	1,193,161
	M. Contreras	196,041	211,898	222,050	228,927
	Iztacalco	448,322	418,982	411,321	395,025
	Iztapalapa	1,490,499	1,696,609	1,773,343	1,820,888
	Miguel Hidalgo	406,869	364,398	352,640	353,534
	Milpa Alta	63,654	81,102	96,773	115,895
	Tláhuac	206,700	255,891	302,790	344,106
	Tlalpan	484,866	552,516	581,781	607,545
	Venustiano Carranza	519,628	485,623	462,806	447,459
	Xochimilco	271,151	332,314	369,787	404,458
HGO.	Tizayuca	30,293	39,357	46,344	58,573
ESTADO DE MÉXICO	Acolman	43,276	54,468	61,250	77,036
	Amecameca	36,321	41,671	45,255	48,363
	Apaxco	18,500	21,134	23,734	25,736
	Atenco	21,219	27,988	34,435	42,739
	Atizapán de Z.	315,192	427,444	467,896	472,526
	Atlautla	18,993	22,634	25,950	24,110
	Axapusco	15,803	17,648	20,516	21,915
	Ayapango	4,239	4,858	5,947	6,361
	Chalco	282,940	175,521	217,972	257,403
	Chiautla	14,764	16,602	19,620	22,664
	Chicoloapan	67,306	71,351	77,579	170,035
	Chiconcuac	14,179	15,448	17,972	19,656
	Chimalhuacán	242,317	412,014	490,772	525,389
	Coacalco de B.	152,082	204,674	252,555	285,943
	Cocotitlán	8,068	9,290	10,205	12,120
	Coyotepec	24,451	30,619	35,358	39,341
	Cuautitlán	48,858	57,373	75,836	110,345
	Cuautitlán Izcalli	326,750	417,647	453,296	498,021
	Ecatepec de Morelos	1,218,135	1,457,124	1,622,697	1,688,258
	Ecatzingo	5,808	6,949	7,916	8,247
	Huehuetoca	25,529	32,718	38,458	59,721

	Deleg. / Municipio	1990	1995	2000	2005
ESTADO DE MÉXICO	Hueypoxtla	26,189	31,124	33,343	36,512
	Huixquilucan	131,926	168,221	193,468	224,042
	Isidro Fabela	5,190	6,606	8,168	8,786
	Jaltenco	22,803	26,238	31,629	26,359
	Jilotzingo	9,011	12,412	15,086	13,825
	Juchitepec	14,270	17,487	18,968	21,017
	La Paz	134,782	178,538	212,694	232,646
	Ixtapaluca	137,357	187,690	297,570	429,033
	Melchor Ocampo	26,154	33,455	37,716	37,706
	Naucalpan de Juárez	736,551	839,723	858,711	821,442
	Nextlalpan	10,840	15,053	19,532	22,507
	Nezahualcoyotl	1,256,115	1,233,868	1,225,972	1,140,528
	Nicolas Romero	184,134	237,064	269,546	306,516
	Nopaltepec	6,234	6,492	7,512	8,182
	Otumba	21,834	25,415	29,097	29,889
	Ózumba	18,052	21,424	23,592	24,055
	Papalotla	2,387	2,998	3,469	3,766
	Sr Martín de las Pirámides	13,563	16,881	19,694	21,511
	Tecámac	123,218	145,432	172,813	270,574
	Temamatla	5,368	7,720	8,840	10,135
	Temascalapa	19,099	24,440	29,307	33,063
	Tenango del Valle	6,207	7,282	8,486	9,432
	Teoloyucan	41,964	54,454	66,556	73,696
	Teotihuacán	30,486	39,182	44,653	46,779
	Tepetlaoxtoc	16,120	19,380	22,729	25,507
	Tepetlixpa	12,687	15,181	16,863	16,912
	Tepotztlán	39,647	54,419	62,280	67,724
	Tequixquiac	20,784	24,766	28,067	31,080
	Texcoco	140,368	173,106	204,102	209,308
	Tezoyuca	12,416	16,338	18,852	25,372
	Tlalmanalco	32,954	35,396	42,507	43,930
	Tlalnepantla de B.	702,807	713,143	721,415	683,808
	Tonanitla	Na	Na	Na	8,061
	Tultepec	47,323	75,996	93,277	110,145
Tultitlán	246,464	351,434	432,141	472,867	
Valle de Chalco S.	na	287,073	323,461	332,279	
Villa del Carbón	27,283	30,726	37,993	39,587	
Zumpango	71,413	91,642	99,774	127,968	

Tabla 16. - Proyección de la población para la ZMVM por entidades Delegaciones del DF. Municipios del Edo. México e Hidalgo. (Elaboró Metrópoli 2025, Septiembre 2006. Fuente: INEGI, II Censo de Población y vivienda 2005). [31]

3.4. Petróleo

Se le llama así a la mezcla compleja no homogénea de hidrocarburos, compuestos formados por hidrogeno y carbono, difieren mucho entre sí, desde amarillentos y líquidos a negros y viscosos. Estas diferencias son debidas a las relaciones entre los tipos de hidrocarburos. Es un recurso natural no renovable, y actualmente también es la principal fuente de energía para el desarrollo del sistema económico.

Los componentes químicos contenidos en el petróleo al separarse mediante la operación de destilado en el proceso de refinado, se convierten en diferentes productos: propano y butano, gasolina, keroseno, gasóleo o diésel, aceites lubricantes, asfaltos, y carbono de coque. Todos ellos de baja solubilidad en agua; por ello, la emulsión que es una mezcla de los componentes referidos aparece en los yacimientos generalmente asociada a grandes burbujas de gas natural. Los depósitos que contienen la mezcla aceitosa han perdurado encerrados durante miles de años bajo tierra, cubiertos por los estratos superiores de la corteza terrestre; el producto es un compuesto químico complejo en el que coexisten partes sólidas, líquidas y gaseosas. Lo forman, por una parte, los hidrocarburos, formados por átomos de carbono e hidrógeno y, por otra, pequeñas proporciones de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales. Se presenta de forma natural en depósitos de roca sedimentaria.



Figura 3.2. Yacimiento de Petróleo.

La roca impermeable puede aprisionar los hidrocarburos, creando un depósito de petróleo y gas natural. Los Geólogos buscan esas formaciones subterráneas, ya que suelen contener depósitos recuperables de petróleo. Los fluidos y los gases capturados en esas trampas geológicas suelen estar separados en tres

capas: agua (densidad más alta, capa inferior), petróleo (capa media) y gas natural (densidad baja, capa superior). Las Instituciones de Normalización e Institutos de Investigación clasifican a los hidrocarburos líquidos del petróleo de acuerdo a su densidad API (parámetro internacional del Instituto Americano del Petróleo, califica las calidades.)

Son miles los compuestos químicos que constituyen el petróleo, y, entre muchas otras propiedades, estos compuestos se diferencian por su volatilidad (según la temperatura de ebullición). Al calentarse el petróleo, se evaporan preferentemente los compuestos ligeros (de estructura química sencilla y bajo peso molecular), de tal manera que conforme aumenta la temperatura, los componentes más pesados van incorporándose al vapor; las curvas de **destilación TBP (del inglés "true boiling- point", temperatura de ebullición real)** caracterizan y distinguen a la mezcla aceitosa que se la denomina crudo.

Los yacimientos de aceite crudo están constituidos por hidrocarburos líquidos, a las condiciones de presión y temperatura del yacimiento, con viscosidad menor o igual a 10,000 centipoises, y es medida a la temperatura ambiente del yacimiento y presión atmosférica, como líquido estabilizado libre de gas. En la práctica se establecen clases de aceite crudo de acuerdo a su peso específico, expresado en escala normalizada por el Instituto Estadounidense del Petróleo (American Petroleum Institute), la escala es llamada densidad API, o comúnmente conocida como grados API.

Clasificación del aceite de acuerdo a su densidad		
ACEITE CRUDO	DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDAD (grados API)
Extrapesado	> - 1.0	< - 10.0
Pesado	1.01 - 0.92	10.1 - 22.3
Mediano	0.91 - 0.87	22.4 - 31.1
Ligero	0.86 - 0.83	31.2 - 39
Superligero	< - 0.83	> - 39

Tabla 17.- Calidades de los Petróleos Crudos de acuerdo a la Normas API.

La tabla muestra la densidad de la mezcla aceitosa que define la clasificación, se observa que el crudo extra pesado no flota sobre el agua debido a que el material es más pesado que ella; la densidad se expresa en la unidad de masa (Kg, g, lb) entre la unidad de volumen (m³ , ft³); las siglas API se refiere a los grados API que es un estándar para valorar la densidad del Instituto Americano del Petróleo.

Para propósito comercial y asegurar un mejor valor económico de los hidrocarburos mexicanos, los aceites crudos vendidos nacional e

internacionalmente son en general mezclas de aceites de diferentes densidades como se muestra en la siguiente tabla:

El Crudo de Petróleo es una mezcla, que contiene contaminantes de elementos químicos que resultan peligrosos; por lo tanto, resulta indispensable la refinación para eliminar Azufre, Nitrógeno y la obtención de los productos petroquímicos.

3.5. Refinería

Las refinerías²⁸ [32] de petróleo producen una gran variedad de emisiones aéreas y acuosas peligrosas para el medio ambiente; algunos de estos contaminantes se encuentran en el crudo original, mientras que otros son resultado de los procesos y operaciones que se llevan a cabo en las refinerías.



Figura 3.3. Refinería 18 de Marzo Azcapotzalco México

Entre las emisiones aéreas están el Ácido Sulfhídrico, Dióxido de Azufre, Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono. Las aguas residuales contienen normalmente hidrocarburos, materiales disueltos, sólidos en suspensión, fenoles, amoníaco, sulfuros, ácidos, álcalis y otros contaminantes. También existe riesgo de derrames y fugas accidentales de una gran variedad de productos químicos tóxicos y/o inflamables.

²⁸ Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000. Sistemas para la identificación y y comunicacion de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

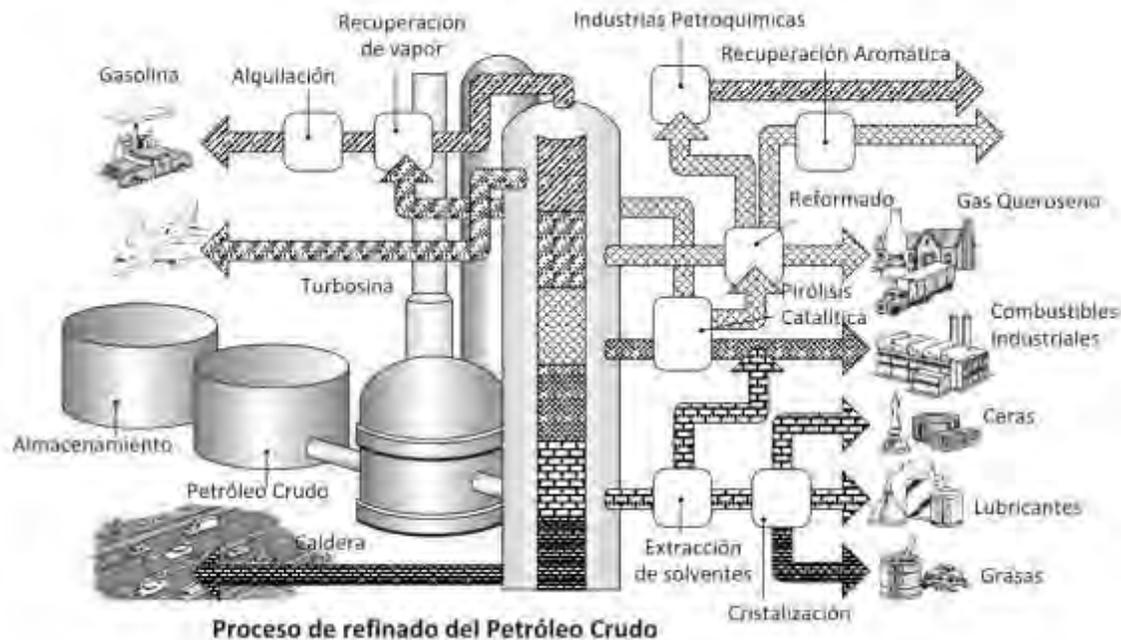


Figura 3.4. Proceso de refinado del petróleo crudo; diagrama clásico del refinado.

La figura ilustra el proceso de refinación del petróleo; el crudo llega a través de los ductos mediante estaciones de bombeo dispuestas en la línea de conducción desde el pozo de extracción hasta los depósitos de almacenamiento de la refinería; y de ahí es inyectado a la caldera para elevarlo a las temperaturas adecuadas para el destilado; después se introduce a la torre de destilación donde son separadas las fracciones de destilación. Los componentes ligeros tienen menor punto de ebullición y son los que destilan primero que son solventes ligeros, gasolinas y turbosinas. Los componentes intermedios como el diésel, el combustóleo y los aceites lubricantes tienen un mayor punto de ebullición; por ello, destilan a mayor temperatura. Y finalmente, los componentes pesados como los asfaltos, las vaselinas, parafinas, olefinas y las grasas sólidas son los últimos en separarse.

El proceso es de alto riesgo por realizarse operaciones peligrosas; debido a la volatilidad e inflamabilidad de los productos de bajo punto de ebullición que desprenden vapores y se difunden fácilmente en el aire y forman mezclas inflamables que entran en ignición con facilidad. Por ello, se requieren equipos de alta tecnología, y personal altamente calificado; la actividad es un riesgo reconocido; debido a que la operación debe realizarse con la normatividad especificada por las instituciones experimentadas como API; PEMEX; IMP, British Petroleum, entre otras.

Pemex tiene la experiencia reconocida y demostrada a través de décadas de operación; en verdad existen problemas que son superables que por desgracia se han agravado y tal hecho se refleja en la cantidad de accidentes que se han tenido en los últimos 20 años.

Los combustibles menos volátiles como el diésel, combustóleo, gasóleo y asfaltos deben manipularse con cuidado para evitar derrames y la posible ignición; debido a los vapores que desprenden en forma de vapor son inflamables y también son combustibles cuando se mezclan con aire pueden provocar incendios debido al rango de inflamabilidad.

Cuando se trabaja en atmósferas que contienen vapores de combustible, las concentraciones en el aire de vapores de productos inflamables muy volátiles, suelen estar restringidas a no más del 10 % de los límites inferiores de inflamabilidad, y las concentraciones de los vapores de productos combustibles menos volátiles, a no más del 20%, en función de la normativa oficial. La inhalación de pequeñas cantidades de vapor de gasolina en el aire, muy por debajo del límite inferior de inflamabilidad, causan irritación, cefaleas y mareos, mientras que la inhalación de mayores concentraciones puede provocar pérdida del conocimiento e incluso la muerte.

Los aceites de proceso comprenden el rango de alto punto de ebullición, los productos de destilación directa atmosférica o al vacío, y los que se obtienen por craqueo térmico o catalítico. Se trata de mezclas complejas que contienen grandes moléculas de hidrocarburos parafínicos, nafténicos y aromáticos con más de 15 átomos de carbono; se utilizan como cargas para craqueo o fabricación de lubricantes. Los aceites de proceso tienen viscosidades bastante altas, puntos de ebullición comprendidos entre 260 °C y 538 °C y puntos de inflamación superiores a 121 °C. Los aceites de proceso son irritantes para la piel y contienen altas concentraciones de compuestos de Azufre, Nitrógeno y Oxígeno. Debe evitarse la inhalación de vapores y nieblas, y la exposición cutánea debe controlarse con medios de protección personal y buenas prácticas higiénicas.

3.6. Infraestructura del Suministro de Combustibles

El combustible es transportado desde la Refinería de Tula Hidalgo y se conduce a través de ductos hasta la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Azcapotzalco; la Norma Oficial Mexicana²⁹ [33] NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2005 establece especificación de los combustibles:



Figura 3.5. Red de ductos y Terminales de Almacenamiento y Distribución de Combustibles en la Zona Centro del País. (Fuente Pemex).

La gasolina, turbosina, diésel, combustóleo, gasóleo y gas LP. La distribución Geográfica: Noreste; Centro Noreste; Sureste; Bajío; Centro; y Pacífico. La distribución de la red de ductos y las 77 Terminales de Almacenamiento de Distribución (TAD); la ZMVM pertenece al centro de distribución de la Zona Centro: la TAD de Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Pachuca, Toluca, Celaya, Querétaro; la TAD 18 de Marzo Azcapotzalco, la TS terminal satélite Oriente Añil, la TS Barranca del Muerto Sur, la TS Norte San Juan Ixhuatepec.

Los suministros llegan a la ZMVM desde la Refinerías de Miguel Hidalgo en Tula y Lázaro Cárdenas en Minatitlán; hasta la TAD de La Terminal de

²⁹ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (NOM-086-ECOL-1994) y NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2005 establece especificación de los combustibles.

Almacenamiento y Distribución 18 de Marzo, Azcapotzalco, fue inaugurada el 29 de noviembre de 1994, como parte del Proyecto Integral Azcapotzalco, dentro del esquema de modernización establecido por el Gobierno Federal en el sector energético, a fin de garantizar la distribución de combustibles en el área Metropolitana de la Ciudad de México. Las instalaciones entraron en operación el 16 de septiembre de 1996 y cuentan con una capacidad de almacenamiento de 1.5 millones de barriles, misma que cubre la demanda del Valle de México por espacio de 10 días.

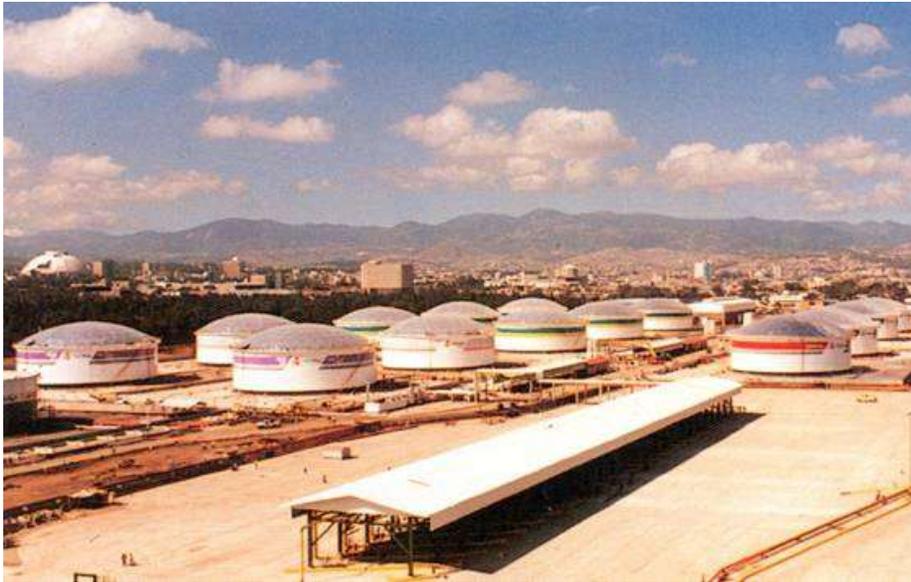


Figura 3.6. Terminal de Almacenamiento y Distribución (Secretaría de Energía, Programa de remediación Azcapotzalco, Pemex Refinación México 2007).

Para disminuir la emisión de vapores a la atmósfera, todos los tanques de almacenamiento cuentan con membranas internas flotantes. Además se cuenta con un sistema de recuperación de vapores que se generan durante el llenado de los auto tanques y opera basado en el principio fundamental del ciclo de refrigeración, con la diferencia de que se agrega una sección criogénica para lograr que las emisiones a la atmósfera contengan un máximo de 10 ppm (partes por millón) de hidrocarburos.

La Terminal recibe, a través de poliductos, los productos que comercializa en la ZMVM, como son: Pemex Magna, Pemex Premium, Pemex Diésel, Turbosina y Combustible Industrial, los centros abastecedores son las Refinerías Miguel Hidalgo en Tula y Lázaro Cárdenas en Minatitlán, así como la Terminal Marítima de Tuxpan. A través de poliductos, la Terminal en Azcapotzalco abastece de Pemex Magna, Pemex Premium y Pemex Diesel a las Terminales de Almacenamiento y Distribución de Añil y Barranca del Muerto, en el Distrito

Federal; a la Terminal de San Juan Ixhuatepec, en el Estado de México, y de turbosina a Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA).

La Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) de Azcapotzalco 18 de Marzo, cuenta con instalaciones y equipo necesarios para satisfacer el movimiento de productos requeridos por las zonas de influencia que comercialmente atiende en el Distrito Federal: Delegaciones Azcapotzalco, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo; y, en el Estado de México: Municipios como Ciudad López Mateos, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Jaltenco, Melchor Ocampo, Naucalpan, Nextlalpan, Nicolás Romero, Tepotzotlán, Tlalnepantla, Tultepec, Tultitlán, Villa del Carbón y Zumpango, entre otros.

PRODUCTO	TANQUES	VOLUMEN (barriles)
PEMEX Premium	2	20,000
PEMEX Premium	2	40,000
PEMEX Diesel	3	300,000
PEMEX Magna	4	400,000
PEMEX Magna	2	200,000
Turbosina	3	300,000
Combustible Industrial	2	60,000
Total	18	1,500,000

Tabla 18 - Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) 18 de Marzo Azcapotzalco (Dueñas Salgado José Miguel Gerente Comercial de la Zona Valle de México, La Terminal de Almacenamiento y Distribución 18 de Marzo; Pemex Refinación.



Figura 3.7. Red de ductos, poliductos y oleoductos en la República Mexicana Fuente PEMEX Refinación.

La figura 3.7 muestra la red de poliductos y oleoductos por donde el combustible es transportado a los lugares de consumo; la red de interés son los ductos que llegan a la Zona Centro con 315 mil de barriles diarios (MBD) para el Distrito Federal.

La tabla 20 muestra las zonas de abastecimiento, destaca la cantidad diaria que recibe el Distrito Federal, el Kilometraje de oleoductos y ductos que PEMEX dispone para abastecer al país. La autonomía nacional derivada de la capacidad de almacenamiento es de tres días en Gasolina Magna, de siete días en Gasolina Premium y de siete días en Diésel. Sin embargo, es distinta en cada zona del país; por ejemplo, la autonomía en gasolinas y diésel es de tan sólo un día y, en Tula, es de dos días para gasolinas. Como referencia, cabe mencionar que la autonomía en gasolinas, en los países desarrollados, es de aproximadamente tres semanas de consumo.³⁰ [34]

³⁰ Secretaría de Energía, PEMEX Refinación. Todo sobre la Reforma Energética Transporte, almacenamiento y distribución.

NOMBRE	Capacidad (Mbd)	Zona de abastecimiento
1. Cadereyta	275	Norte
2. Madero	190	Centro y Golfo
3. Minatitlán	185	Sur y Península de Yucatán
4. Salina Cruz	330	Litoral del Pacífico
5. Salamanca	245	Región Central y lubricantes para todo el país.
6. Tula	315	Distrito Federal

Oleoductos	4,647 km	Poliductos	9,115 km
------------	----------	------------	----------

Tabla 19 - Refinerías de Petróleos Mexicanos (PEMEX); fuente PEMEX Refinación.

Una Terminal de Almacenamiento y Reparto, es un Centro de Trabajo de Pemex Refinación, en donde se reciben y almacenan productos terminados, para el despacho y reparto. Pemex Refinación cuenta con 77 Terminales de Almacenamiento y Reparto, adscritas a cuatro Gerencias de Almacenamiento y Reparto, Norte, Centro, Golfo y Pacífico, con lo cual se satisface la demanda del mercado nacional de este tipo de productos. En el caso de la estación de almacenamiento y reparto de Lomas de Tarango, del Distrito Federal cuentan con seis tanques de capacidades diferentes.

LOMAS DE TARANGO					
T _{B2}	T _{B3}	T _{B4}	T _{B5}	T _{B6}	T _{B7}
55 mil	20 mil	5 mil	5 mil	20 mil	20 mil
Bariles	Bariles	Bariles	Bariles	Bariles	Bariles

Tabla 20 - Almacén de combustible (Fuente Pemex).

Los cuales son abastecidos a través de dos tuberías llamadas poliductos desde Azcapotzalco. La primera con un diámetro de 12 pulgadas, en ésta llega gasolina Magna y Premium. La segunda de un diámetro de 8 pulgadas, que en este caso contiene Diésel.

3.7. Los Peligros del Petróleo

Los residuos son el resultado de un proceso; lo ideal sería que el residuo fuera materia prima de otro proceso y de esta manera se formaría una cadena infinita que promovería la sustentabilidad de la economía; pero no sucede de esta manera, por lo que resulta la cadena de residuos algunos son extremadamente peligrosos.

La NOM-052-ECOL-93³¹ [35] establece las características de los residuos peligrosos, el listado y su clasificación; que tiene por objeto establecer las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por la toxicidad en el ambiente.

El CRETIB significa: Corrosividad (C), P01; Reactividad (R), P02; Explosividad (E), P03, Toxicidad al Ambiente (T), grado de toxicidad; Inflamabilidad (I), P04; Biológico Infecciosas (B), P 05; el código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso.

3.7.1. Corrosividad (C), P01

La Norma Oficial Mexicana define corrosividad como:

1. En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5.
2. En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55 °C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020), a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año

3.7.2. Reactividad (R), P02

Un residuo se considera peligroso por la reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Bajo condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
2. En condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) reacciona violentamente y forma gases, vapores o humos.
3. Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con soluciones de pH; ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N), en relación (residuo-solución) reacciona violentamente y forma gases, vapores o humos.
4. Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H₂S/kg de residuo.
5. Es capaz de producir radicales libres.

³¹ La nomenclatura de esta norma oficial mexicana está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de noviembre de 1994.

3.7.3. Explosividad (E), P03

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del di nitrobenceno.
2. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm² de presión.

3.7.4. Toxicidad al ambiente

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-CRP-002-ECOL/1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 (anexo 5) en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas. (de la NOM citada).

3.7.5. Inflamabilidad (I), P04

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

1. En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
2. Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
3. No es líquido, pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm²).
4. Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

3.7.6. Biológico Infecciosas (B), P 05

Es un residuo con características biológicas infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
2. Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

La mezcla de un residuo peligroso conforme a esta norma con un residuo no peligroso será considerada residuo peligroso; en resumen, se tiene la siguiente tabla.

No. GIRO	INDUSTRIAL Y PROCESO	CLAVE CRETIB	RESIDUO PELIGROSO	No.
10.	Petróleo y Petroquímica			
10.1	Extracción de Petróleo.	(R,I)	Reporte de perforación de pozos en los que se usa lodos de emulsión inversa.	RP10.1/01
10.2	Refinación del Petróleo.	(T)	Natas del sistema de flotación con aire disuelto (FAD).	RP10.2/01
		(T)	Lodos del separador API y cárcamos.	RP10.2/02
		(T)	Lodos sin tratar de tanques de almacenamiento que contengan sustancias tóxicas que rebasen los límites permitido por la Norma.	RP10.2/03
		(T)	Lodos de tratamiento biológicos que contienen metales pesados o sustancias tóxicas que rebasen los límites permitidos por la Norma.	RP10.2/04
10.3	Petroquímica.			
10.3.1	Producción de acrilonitrilo.	(T)	Polímeros y catalizador usado en la purga de la torre de apagado.	RP10.3.1/01
10.3.2	Producción de butadieno.	(T)	Residuos de la deshidrogenación de N-Butano.	RP10.3.2/01

Tabla - 21 Clasificación de Residuos Peligrosos en los Procesos Industriales (Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-93, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por la toxicidad al ambiente.

La red de gasolineras que existen en la Zona Metropolitana del Valle de México representa una amenaza debido a que son puntos de venta de combustibles, si

ellos no cumplen con la normatividad se puede incrementar la concentración de hidrocarburos crudos y da como resultado el riesgo de efecto invernadero y un secado prematuro de la humedad relativa de la atmósfera.

3.7.7. Norma NFPA 704

La norma NFPA 704 es el código que explica el *diamante del fuego*, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. La norma clasifica a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indica los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.



	AZUL - Salud	ROJO - Inflamabilidad	AMARILLO - Reactividad
4	Sustancias que con una muy corta exposición pueden causar la muerte o daño permanente aún en caso de atención médica.	Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura y la presión atmosférica ambiental, o que se dispersen y se quemen fácilmente en el aire.	Materiales que por sí mismos son capaces de explotar o detonar, o de reacciones explosivas a temperaturas normales, como la Nitroglicerina.
3	Materiales que con una muy corta exposición pueden causar daños temporales o permanente aún en caso de atención médica; como el Ácido Fluorhídrico.	Líquidos y Sólidos que pueden encender en casi todas las condiciones de temperatura ambiental; como el Estireno.	Materiales que por sí solos son capaces de detonación o de reacción explosiva que requiere de un fuerte agente iniciador o que debe calentarse en confinamiento de de ignición, o que reaccionen explosivamente con agua. Ejemplo la Dinitroanilina.
2	Materiales que bajo su exposición intensa o continua pueden causar incapacidad temporal o posibles daños permanentes, a menos que se de tratamiento médico. Ejemplo el Trietanolamina.	Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición. Ejemplo el Octocésol.	Materiales inestables que están listos a sufrir cambios químicos violentos pero que no detonan. También deben incluir aquellos materiales que reaccionan violentamente al contacto con el agua o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua. Como el Ácido Sulfúrico.
1	Materiales que bajo su exposición causan irritación pero daños residuales menores aún en su ausencia de tratamiento médico. Como Glicerina.	Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición. Ejemplo el Aceite de Palma.	Materiales de que por sí son estables, pero que pueden ser inestables sometidos a temperaturas y presiones elevadas o que pueden reaccionar con el agua. Como el Ácido Nítrico.
0	Materiales que bajo su exposición en condiciones de incendio no ofrecen otro peligro más que el material combustible ordinario. Como el Hidrógeno.	Materiales que no se queman. Como el Ácido Dióxido.	Materiales que de por sí son normalmente estables aún en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua. Ejemplo el Cloruro de Bario.

CLASE 1. Explosivos.	
CLASE 2. 2.1 Gases Inflamables 2.2 Gases No Inflamables, no tóxicos 2.3 Gases Tóxicos <small>COMPRESIDOS LIQUIDOS ORIGÉNICOS</small>	
CLASE 3. Líquidos Inflamables. <small>SÓN: líquidos o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o solución, y que liberan vapores inflamables por debajo de 60°C (punto de inflamación).</small>	
CLASE 4. Sólidos Inflamables. <small>Inflamables: Rayado rojo y blanco. Sustancias espontáneamente combustibles: Blanco y rojo. Sustancias que emiten gases inflamables al contacto con el agua: Azul.</small>	
CLASE 5. 5.1 Sustancias Comburentes. 5.2 Peróxidos Orgánicos.	
CLASE 6. 6.1 Sustancias Tóxicas 6.2 Sustancias infeciosas.	
CLASE 7. Materiales Radioactivos. (Amarillo y Blanco) <small>Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere así como la clase de descomposición atómica que sufra.</small>	
CLASE 7e. Materiales Fisionables. <small>Son radioactivos fisionables: El URANIO 233, URANIO 235, PLUTONIO 239, PLUTONIO 241 o cualquier combinación de estos radionúclidos.</small>	
CLASE 8. Sustancias Corrosivas. (Blanco y Negro) <small>Corrosiva es cualquier sustancia que por su acción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc.</small>	
CLASE 9. Sustancias y artículos peligrosos. (Blanco y Negro). <small>Sustancias no cubiertas dentro de las otras clases pero que ofrecen riesgo, incluyendo por ejemplo, material modificado genéticamente, sustancias que se transportan a temperatura elevada y sustancias peligrosas para el ambiente no aplicables a otras clases.</small>	

Tabla 22 - Clasificación de las sustancias peligrosas Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association).

3.7.8. Mapa de Riesgo

El escenario del riesgo se ubica en la ZMVM. El territorio conserva lugares que en su tiempo fueron puntos estratégicos del desarrollo de la Ciudad de México; en ese lugar se almacenan grandes cantidades de Hidrocarburos; la Refinería se ubicaba en Azcapotzalco y recibía los crudos desde los campos de extracción, el crudo era refinado y se almacenaba en los tanques de las instalaciones y de ahí se distribuían a los principales centros fabriles. Los ductos fueron instalados para llevar el combustible a las centros de consumo; por ejemplo para el abastecimiento de la Consolidada que fundía acereros en la Santa María la Redonda, las industrias de Ferrocarril Hidalgo, Talismán y de al Aeropuerto y centros de abasto de Añil y así se instalaron las Terminales de Almacenamiento y Distribución que merecen la atención rigurosa debido a que por la cantidad de combustible que se maneja; por ello son zonas de riesgo.



Figura 3.8. Centros de Almacenamiento de Combustibles (Elaborado con información de Pemex e INEGI).

Los centros de almacenamiento; así como los ductos deben cumplir Normas de Seguridad para evitar la exposición de peligro a las viviendas; PEMEX cuenta con la NRF-010-PEMEX-2001; Espaciamientos mínimos y criterios para la distribución de instalaciones industriales en centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y tiene como objetivo: Establecer los criterios para definir la distribución de instalaciones y los espaciamientos mínimos que por motivos de seguridad, deben existir entre sí y hacia otras unidades, equipos o instalaciones de la Industria Petrolera y Petroquímica, en donde existan riesgos de explosión, incendio, fuga o derrame de materiales inflamables o explosivos, con el propósito de mitigar las pérdidas por accidente.

Y la norma CID-NOR-N-SI-0001 Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de ductos de transporte; y tiene como objetivo: Establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplirse para el diseño, selección de materiales, construcción, pruebas, operación, mantenimiento e inspección de ductos terrestres destinados al transporte de hidrocarburos.

Recomendación de la Normatividad.

<p>6.1.2.2.1.h Derecho de vía de la tubería. Este deberá ser seleccionado para evitar en lo posible, áreas de casas-habitación, edificios industriales y lugares de asamblea pública, de acuerdo a la NORMA PEMEX NO.03.0.02 y Norma CID-NOR-01/96.</p>		
<p>6.1.2.2.1.i Ninguna tubería podrá ser localizada a una distancia de 15m (50 pies) de cualquier casa habitación privada, edificio industrial o lugar de asamblea pública, en el cual las personas trabajen, se congreguen o se reúnan, a menos que se considere como mínimo una cubierta adicional de 30,48 cm (12 pulg.).</p>		
7.1 NORMAS DE SEGURIDAD.		
7.1.1	No. 10.102	"Seguridad para el personal de operaciones y mantenimiento de ductos", edición 1990.
7.1.2	No. 09.0.03	"Dispositivos de alivio de presión, períodos máximos permisibles para la calibración y prueba", edición 1987.
7.1.3	No. 10.1.07	"Plan general de emergencia para los transportes por tubería", edición 1986.
7.1.4	No. 09.0.04	"Reglamentación con respecto a la instalación de válvulas de bloqueo en las válvulas de seguridad", edición 1967.
7.1.5	No. 09.1.06	"Instrumentación y dispositivos de protección para los sistemas de transporte por ducto", edición 1989.
7.1.6	No. 01.1.08	(antes AV-4): "Prevención y equipo contra incendios en casas de compresoras, baterías de separadores, sus áreas de tanques, equipo de deshidratación, casas de bombas y plantas de deshidratación y desalado en campo", edición 1990.
7.1.7	No. 09.0.02	(antes B-1): "Aplicación y uso de protección catódica en tuberías enterradas y sumergidas", revisión 1, edición abril de 1974.
7.1.8	No. 03.0.02	"Derecho de vía de las tuberías de transporte de fluidos", edición Nov. de 1985.
7.1.9	No. 09.0.05	"Señalización de seguridad".
7.1.10	NOM-027-STPS-1994	"Señales y avisos de seguridad e higiene", edición 1994.
7.3.1	CID-NOR-02/96	"Reparaciones definitivas y provisionales en ductos", edición 1996.
7.3.2	CID-NOR-03/96	"Reparaciones permanentes de defectos por medio de envoltentes bipartidas soldadas en tuberías que transportan hidrocarburos", edición 1996.
7.6.1	ASME B16.9	"Accesorios para soldadura a tope fabricado de acero forjado", edición 1993.
7.6.2	ASME B31.3	"Sistemas de tubería para el transporte de productos químicos o petroquímicos", edición 1996.
7.6.3	ASME B31.1	"Tubería para manejo de vapor en sistemas de generación de energía", edición 1995.
7.6.4	ASME B31.4	"Sistemas de transporte de hidrocarburos líquidos y gases licuados del petróleo, amoníaco anhidro y alcoholes", edición 1992.
7.6.5	ASME B31.8	"Sistemas de tubería para el transporte y distribución de gas", edición 1995.

Tabla 23 - Normas de PEMEX.



Figura 3.9. Terminal Satélite Añil.

La figura muestra los tanques de almacenamiento que están resguardados por barda perimetral; sin embargo, la sustancia almacenada es volátil. La presión de vapor de acuerdo a la NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2005, es de 45 a 54 Kpa (Kilo Pascales) en caso de un incendio o explosión de acuerdo al mapa 06 del anexo mapas observan que en un radio de 500m la Colonia Granjas México resultaría seriamente afectada y debido a que se encuentra en la zona del riesgo, con una alta probabilidad de que ocurra.

El depósito de Turbosinas del Aeropuerto que es alimentado por el ducto que tiene su origen en la TAD de Azcapotzalco pasa por avenidas como Camarones, Calzada de los Gallos, Eje Lázaro Cárdenas, Norte 70 hasta Talismán, y sigue por el Gran Canal hasta Tapo y luego al Depósito del Aeropuerto. En el trayecto los señalamientos: Pemex no construir, están junto a las paredes de construcción de las viviendas; es decir no se cumple la normatividad.



Figura 3.10. Almacenamiento de Combustible Aeropuerto.

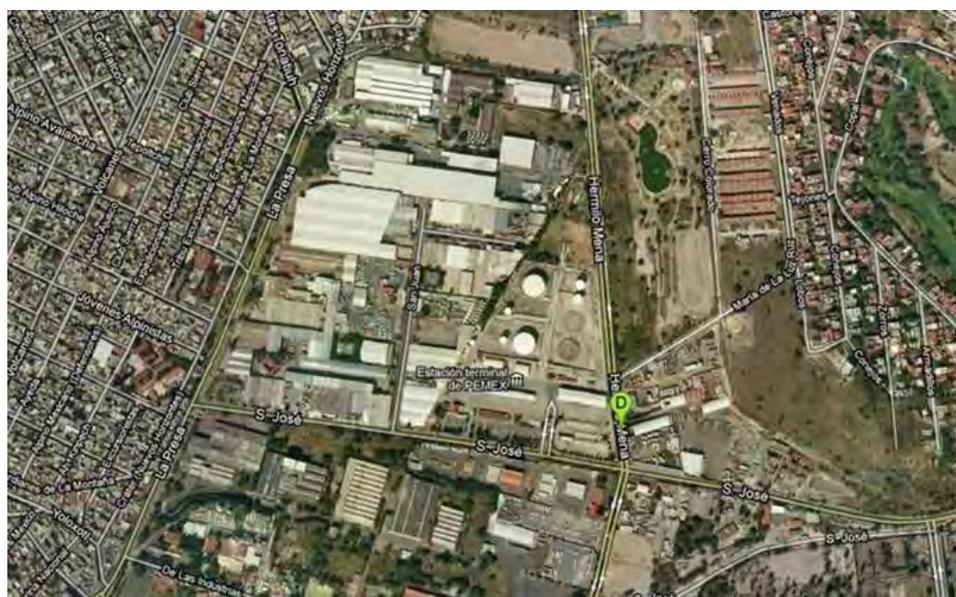


Figura 3.11. Terminal Satélite San Juan Ixhuatepec.

El mapa , que se encuentra en el anexo mapas señala la zona de peligro en un radio de 500m, muestra las áreas de riesgo; se observa que rebasa el muro de contención y afecta la Avenida Tapo y algunas manzanas de la Unidad San Juan de Aragón.

Por otra parte, la figura 3.11 muestra la TAD Satélite San Juan Ixhuatepec el Mapa 7 y 8, que se encuentra en el anexo mapas se observa que las nuevas

instalaciones dan seguridad dado que en un radio de 500m no alcanza el peligro a la zona urbana. La terminal Satélite Norte San Juan Ixhuatepec que almacena gasolina, con capacidades de 100,000 barriles para Magna; 100,000 barriles para Diésel; 20,000 barriles para Premium; 5,000 barriles para producto extra. Dando así como total los 225,000 barriles.



Figura 3.12. Depósito de PEMEX Venta de Carpio y la Termoeléctrico Adolfo López Mateos en el mismo lugar.

La figura 3.12 muestra la Termoeléctrica Adolfo López Mateos que tiene los abastecimientos de gas natural del centro de Abasto de Pemex y ha permitido bajar las emisiones contaminantes, por la mejora de calidad del combustible. La figura muestra la TAD Azcapotzalco que es el centro de abasto para el Distrito Federal; los Mapas 3 y 4 muestran el grado de riesgo por el lado sur donde están

los panteones y por el lado poniente a las Colonias San Miguel Amantla y Santiago Ahuizotla donde sí habría riesgo.



Figura 3.13. La Terminal de Almacenamiento y Distribución de Azcapotzalco



Figura 3.14. Terminal Satélite de Barranca del Muerto

El combustible que llega a la ZMVM, debido a la importación, viene desde el puerto de Arenque de Ciudad Madero Tamaulipas y se conduce a través de ductos y plantas de bombeo y estaciones de medición y control; las presiones van de 16 a 20 Kg/ cm², es decir se trata de ductos altamente presurizados que requieren programas de mantenimiento y conservación. Los ductos siguen la trayectoria y pasan por Puebla, San Martín Texmelucan hasta el depósito de

PEMEX en Venta de Carpio y sigue hasta la TAD de Azcapotzalco donde es almacenado y distribuido a las Terminales Satélites Añil, San Juan Ixhuatepec, Aeropuerto, Barranca del Muerto a través de ductos instalados bajo tierra con señalamientos para evitar excavaciones y obras junto a ellos. Cada Terminal Satélite tiene los medios de transporte de combustible a los puntos de venta: las gasolineras que forman una red por toda la ZMVM.

La figura 3.14 se refiere a la TAD Barranca del Muerto; muestra zonas de riesgo que son ilustradas en los mapas 9 y 10 del punto 8 y se observa que en un radio de 250 m. son afectadas las calles de Centenario, Loma Azul y loma de la Plata.

3.8. Consumo de Petróleo

El Sistema Económico Actual tiene como base para el desarrollo el consumo de la energía, el petróleo cumple a carta cabal con el requisito; para corroborar tal hecho basta con revisar las estadísticas.

“Esto se ve agravado por el modelo económico³² [36] y productivo dominante que identifica bienestar con expansión y este consumo de energía creciente (desde principios de siglo se ha multiplicado por 30). El 75% de la energía que se utiliza procede de combustibles fósiles: petróleo (32%), carbón (26%) y gas natural (17%). Sin haberlo planeado se ha llegado con los límites del sistema económico actual, bastante antes del anunciado agotamiento de los recursos; como resultado se tienen residuos peligrosos que contaminan. En teoría al menos, polvo y humo pueden evitarse, pero los gases, son inevitables y pueden causar desde lluvia ácida hasta el calentamiento de la tierra, el incremento en los niveles del ozono y el monóxido de carbono que son altamente tóxicos para la vida; En el transporte, la dependencia de derivados petrolíferos es superior al 95% sin que aparezca en el horizonte próximo ninguna tecnología que lo sustituya. El 30% del total de energía consumida en el mundo se emplea, como consumo final para transporte. Se estima que origina el 25% de las emisiones de carbono a la atmósfera, además del 47% de los óxidos de nitrógeno y cantidades semejantes de hidrocarburos y monóxido de carbono. La mayor parte de las emisiones corresponde al Norte industrializado. Sólo en EEUU se consume el 35% del total de energía que se consume en el mundo en el transporte.”

³² Martínez Corbalá, G. Crisis energética y geopolítica del petróleo.

La energía química contenida en la molécula del combustible, se expresa en términos de calor entre la unidad de masa (Kcal/kg) o (BTU/Lb). El poder calorífico es la cantidad de energía que un gramo de materia puede desprender mediante una reacción química; el poder Calorífico Superior (PCS): es el calor desprendido por todos los componentes de una unidad de masa al reaccionar con el oxígeno. El poder Calorífico Inferior (PCI): es el PCS, al que se le resta al calor producido por alguno de los componentes y que no puede ser aprovechado en los sistemas normales. Ejemplo: Un Kilogramo de gasolina al ser quemado produce 11600 Kilocalorías. Los motores modernos por lo general tienen una eficiencia entre 30 al 40%, es decir más del 60% es disipado al medio ambiente transformado en calor; cuando los consumos son altos el calor se disipa y proporciona el medio para elevar la temperatura del lugar; ello lo hace porque agrega calor a la masa de aire circundante y a las edificaciones, si existen altas concentraciones de Metanos o Hidrocarburos crudos, y Bióxido de Carbono y Vapor de Agua en el ambiente la capacidad de retener el calor es mayor debido a la Capacidad Calorífica de los contaminantes (Kcal/Kg°C) es alta, por lo tanto modifica sustancialmente el clima.

ACETILENO	PROPANO GASOLINA	BUTANO	ANTRACITA	GASOIL	FUEL-OIL
11.600	11.600	11.000	8.300	10.200	9.600
KCAL/KG	KCAL/KG	KCAL/KG	KCAL/KG	KCAL/KG	KCAL/KG

Tabla 24 - Poder Calorífico de algunos Combustibles.

En consecuencia, la variable consumo de combustible representa una amenaza, dado que existen deficiencias en el aprovechamiento de energía en el proceso de combustión del combustible; no obstante, el 40% de la energía se aprovecha y el resto se transforma en calor con las consecuencias del aumento de la temperatura atmosférica de la localidad y promueve el riesgo de generar ondas de calor; el fenómeno tiene una alta probabilidad de ocurrir en el período seco caliente de marzo a mayo.

El consumo de combustible tiene una relación proporcional al aumento del parque vehicular, el transporte urbano, el incremento de la actividad industrial, el incremento de la vivienda, el consumo de energía eléctrica, el incremento de los servicios y el comercio son factores que deben ser valorados para estimar el riesgo. La fuente de contaminación atmosférica más importante es el uso de combustibles fósiles como energéticos. El petróleo, gas y carbón son usados en cantidades enormes, del orden de millones de toneladas por día y los desechos de la combustión se arrojan a la atmósfera en forma de polvo, humo y gases.

Los dos primeros podemos verlos y nos desagradan, pero los gases que no podemos ver, son los más peligrosos.

AÑO	CONSUMO (Petajoules)	CONSUMO (%)			
		Transporte	Industria	Residencial	Servicios
1990	443	55.2	29.6	12.7	2.6
1991	433	56.9	27.5	13.0	2.6
1992	433	58.2	24.3	14.7	2.8
1993	475	56.5	28.0	13.1	2.5
1994	501	53.0	30.8	13.7	2.5
1995	493	53.8	30.0	13.8	2.5
1996	491	53.8	30.3	13.5	2.3
1997	478	56.3	27.1	13.8	2.8
1998	491	56.0	27.7	13.5	2.8
1999	488	56.1	28.4	12.5	3.0
2000	497	57.5	26.4	12.9	3.2
2001	500	57.6	26.6	12.4	3.4
2002	515	57.0	27.1	12.2	3.7
2003	513	56.3	27.1	13.1	3.5
2004	539	59.1	24.7	13.0	3.1
2005	527	56.9	26.7	13.2	3.1
2006	545	57.3	27.0	12.8	2.9
2007	569	59.1	24.4	13.4	3.1
2008	576	59.8	23.9	13.3	3.0

Elaborado con datos de: 1) PEMEX-Refinación (2008). Ventas de gasolina y diesel 2007 y 2008. 2) SENER. Perspectiva del mercado de Gas LP y Gas Natura 2008-2017.

Tabla 25 - Consumo energético histórico de la ZMVM 1990 – 2008.

La tabla 26 muestra los consumos energéticos expresados en Petajoules y se observa que en los años de 1994 al 1995 una disminución de consumo de 501 Petajoule a 493 Petajoule; hecho que refleja la problemática económica de 1994 y al parecer la caída continua hasta el año 2001 donde se recuperó el consumo.

El consumo energético de la ZMVM³³ [37] da un panorama de la oferta y la demanda. La energía destinada al consumo final para el Inventario de Emisiones 2008, se contabilizó en 576 PJ. El consumo promedio diario de los combustibles se estimó en 314 mil barriles equivalentes de gasolina; es decir 50 millones de litros equivalentes por día. Los sectores más importantes por la demanda de energía fueron: el transporte que absorbió, en promedio, el 60% del consumo energético, así como el sector industrial con 24%.

El incremento en el consumo de energía se debe en gran medida al sector transporte, reflejo del constante crecimiento de la flota vehicular, sin embargo, el resto de los sectores se han mantenido con ligeras variaciones anuales.

TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO ANUAL		ENERGIA DISPONIBLE	
	Millones de barriles	Millones de litros	PJ	%
Gasolina Premium	5.0	797	25.2	4.4
Gasolina Magna	45.6	7,246	229.0	39.7
Disel Industrial bajo Azufre	1.3	201	7.1	1.2
PEMEX Diesel	13.9	2,211	78.6	13.6
Gas Natural	22,057.6	3,506,880	124.2	21.5
Gas LP	26.7	4,244	112.3	19.5
Total ZMVM	22,150	3,521,578	576	100

Tabla 26 - Consumo anual de combustibles.

La tabla 27 presenta el consumo por tipo de combustible y se observa que la demanda energética de la ZMVM se satisface principalmente con gasolina, la cual cubrió alrededor del 44% de la demanda. En segundo lugar, se tiene al gas natural que participó con poco más del 21%; es importante mencionar que el consumo de gas natural es abundante, debido a que produce 5.6 MJ de energía por barril, a diferencia de los demás combustibles que generan alrededor de 5,0 MJ por barril de combustible.

³³ Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la ZMVM 2008.

Para satisfacer los requerimientos de cocción, iluminación y calentamiento, la ZMVM, utiliza en su mayoría gas licuado de petróleo y gas natural, sin embargo, los principales requerimientos los cubrió el GLP con una participación del 94% del consumo en el sector residencial y en servicios; la demanda ha rebasado en mucho a la producción de las refinerías que el país tiene instalada; es por ello que, la importación de gasolina se ha incrementado de tal suerte que en estos momentos se importa la mitad de gasolinas que se consumen en el país; y la variable consumo se ha convertido en crítica para el desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de México. Las gráficas siguientes ilustran el problema.

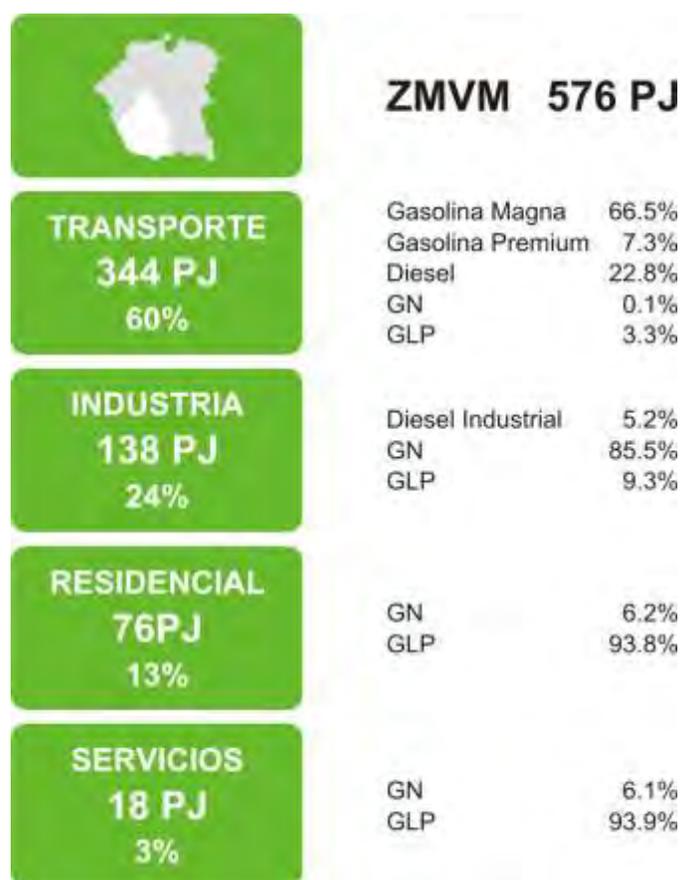


Tabla 27 - Consumo de Combustible de los diferentes Sectores

La forma en que la demanda impacta la calidad del aire depende en gran medida del balance energético, del tipo y calidad de los combustibles, así como del nivel tecnológico de la planta industrial y del parque vehicular.

3.9. Movilidad del Transporte en la ZMVM

El problema de la movilidad³⁴ [38] no puede dissociarse del crecimiento caótico que ha tenido la Ciudad de México. En una cuenca casi cerrada ubicada a 2, 240 metros sobre el nivel del mar, hace más de cinco décadas inició la ocupación masiva de su territorio por una población en crecimiento constante y con actividades muy diversas que excedió los límites administrativos y políticos de la Ciudad, para mezclarse con los municipios del vecino Estado de México y que hoy integra a las 16 delegaciones del DF., 58 municipios del Estado de México y 1 del Estado de Hidalgo, para configurar la ZMVM. La población pasó de 2 millones 953 mil habitantes en 1950 a 18 millones 210 mil en el año 2000. La ocupación física del territorio pasó de 22 mil 960 hectáreas a más de 741,000 ha., en ese fragmento del territorio nacional ocurrió la concentración humana, industrial, comercial y financiera más importante del país, donde se asientan 35 mil industrias y 4.5 millones de vehículos con altos consumos de energía fósil (gasolinas, diésel y gas) y todo ello en una cuenca que favorece la retención de emisiones contaminantes.

Delegaciones y Municipios con mayor concentración de viajes.			
Entidad	Viajes	Porcentaje	Acumulado
Iztapalapa	1,812,574	8.3	8.3
Cuahutémoc	1,695,606	7.7	16
Gustavo A. Madero	1,453,531	6.6	22.6
Ecatepec de Morelos	1,439,748	6.6	29.2
Coyoacán	1,103,951	5.0	34.2
Benito Juárez	986,277	4.5	38.7
Álvaro Obregón	954,641	4.3	43.0
Miguel Hidalgo	941,402	4.3	47.3
Naucalpan de Juárez	937,117	4.3	51.6
Nézahualcóyotl	897,062	4.1	62
ZMVM	21,954,157	100	
Distrito Federal	12,833,615	58.5	
Estado de México	9,028,821	41.1	

Tabla -28 - Fuente: Elaborado con información de la EOD-07. (Dato de viajes atraídos).

³⁴ Secretaría de Tránsito y Vialidad del Gobierno del Distrito Federal. Acuerdo por el que se Expide el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007 - 2012.

Más de la mitad de los viajes que realizan los habitantes de la zona metropolitana se concentran en solamente 10 entidades político administrativas, 7 de ellas son delegaciones del Distrito Federal y 3 municipios del Estado de México. Esto se traduce en una carga de desplazamientos de origen metropolitano altamente concentrado en una importante área del Distrito Federal.

El promedio de viajes en la Zona Metropolitana es de 2.4, en el DF, las delegaciones con mayor cantidad de viajes producidos y atraídos son Iztapalapa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero y Coyoacán. En la Delegación Cuauhtémoc, la cantidad de viajes atraídos por trabajo 45.5%; se explica porque allí se concentra 16.3% de las unidades económicas captadas en el DF por los Censos Económicos 2004. En la misma delegación, los viajes producidos para regresar al hogar significan 65.9%, y los atraídos 17.4%. En Iztapalapa, los viajes atraídos por regreso al hogar representan 51% del total. En esta delegación se concentra alrededor de una quinta parte de los habitantes del DF. Al mismo tiempo, 22.4% de los viajes que atrae tienen como propósito ir al trabajo.

En la Delegación Gustavo A. Madero, del total de viajes producidos, la mayor parte corresponden al regreso al hogar con 46%. El siguiente propósito en importancia es ir al trabajo con 25.4% de los viajes. En Coyoacán, del total de viajes producidos, 51.2% son para regresar al hogar, en tanto que los atraídos son el 35.5%. Respecto al propósito de ir al trabajo, los viajes producidos representan 21%, en tanto que los atraídos 24.6%. Cabe mencionar que de acuerdo al Censo Económico 2004, en la delegación existen 16,875 unidades económicas, que significan el 5% del total en el DF. Con relación al propósito de ir a estudiar, los viajes los atraídos significan el 18% respecto al total de la delegación esto tiene relación con el hecho que dentro de la demarcación se ubica la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, que es el centro de estudios superiores más grande del país y Latinoamérica.

3.10. Parque Vehicular en Zona Metropolitana del Valle de México

La flota vehicular registrada en la Zona Metropolitana, se estima en más de 4.5 millones de vehículos, de los cuales el 64% corresponde a unidades registradas en el Distrito Federal y el 36% restante, a unidades registradas en el Estado de México.

De manera general, el 95% de la flota vehicular de la Zona Metropolitana utiliza gasolina como combustible, el 4% son unidades a diésel y los vehículos restantes utilizan principalmente gas licuado de petróleo (GLP) y en menor cantidad gas natural comprimido. Los daños a la salud humana, ocasionados por los contaminantes varían con la intensidad, la duración de la exposición a éstos y

con el nivel de salud de la población. El ozono, los óxidos de nitrógeno y de azufre, así como las partículas producen irritación de ojos y dolor de cabeza, además de ocasionar serias deficiencias en el sistema respiratorio tales como asma, daños pulmonares, bronquitis y tos. Por otro lado, el monóxido de carbono tiende a desplazar el oxígeno de la sangre, produce daños cardiovasculares y al sistema neurológico. Este es aún más peligroso en lugares a gran altura sobre el nivel del mar, donde la presión parcial del oxígeno es menor y las personas pueden sufrir de oxigenación ineficiente, como es el caso de la Zona Metropolitana. Cabe mencionar que, al 2008, se estimaron 1.56 millones de toneladas de CO.

TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULOS				
	GASOLINA	DIESEL	GLP	GNC	TOTAL
Autos particulares	3,684,015	6,728	2,578	30	3,693,351
Taxis	156,589	38	N/A	N/A	156,627
Vagonetas y Combis	29,021	822	20	N/A	29,863
Microbuses	15,774	240	17,800	282	34,096
Pick Up	115,763	1,660	1,018	N/A	118,441
Vehículos carga hasta 3 ton.	40,769	26,093	4,287	8	71,157
Tractocamiones	N/A	71,055	N/A	N/A	71,055
Autobuses	2,283	41,353	70	N/A	43,706
Vehículos carga más de 3 ton.	49,969	25,665	4,945	10	80,589
Motocicletas	237,808	N/A	N/A	N/A	237,808
Metrobuses	N/A	221	N/A	N/A	221
TOTAL	4,331,991	173,875	30,718	330	4,536,914

Tabla 29 - Programa integral de Transporte y Vialidad 2001 - 2006.

Con respecto a los NOx, se tienen más de 188 mil toneladas anuales y de éstas, el 82% es generado por las fuentes móviles. Referente a las PM10, las cuales son uno de los contaminantes de mayor problema en la Zona Metropolitana, el 47% proviene de las vialidades no pavimentadas; además, del total de PM10, el 23% se emiten como PM2.5. De amoniaco se generaron alrededor de 20 mil

toneladas anuales, teniendo a las fuentes de área como las principales emisoras, en particular por su categoría de emisiones domésticas.

La exposición se define como el contacto de una persona o grupo de personas con un contaminante en un lugar y un tiempo específico. Cada contaminante tiene un potencial distinto para producir efectos en la salud humana, el tipo de efecto depende de sus propiedades sico-químicas, de la dosis asimilada y de la intensidad de la exposición. La realización de una evaluación adecuada de la exposición total de una población, requiere conocer el tipo y número de individuos que se encuentran expuestos, el lugar en donde se presenta la exposición, cómo se produce, la duración y el tipo de contaminantes.

EMISIONES		SECTOR				TOTAL
		Fuentes Puntuales	Fuentes del área	Fuentes móviles	Vegetación y suelos	
PM ₁₀	(ton/año)	4,986	14,678	3,902	730	24,296
	(%)	20.5%	60.4%	16.1%	3.0%	100%
PM _{2.5}	(ton/año)	859	1,634	2,849	148	5,499
	(%)	15.6%	29.9%	51.8%	2.7%	100%
SO ₂	(ton/año)	3,375	23	3,306	N/A	6,704
	(%)	50.3%	0.3%	49.3%	N/A	100%
CO	(ton/año)	6,961	9,263	1,552,204	N/A	1,568,428
	(%)	0.4%	0.6%	99%	N/A	100%
No _x	(ton/año)	20,094	12,043	154,919	1,031	188,087
	(%)	10.7%	6.4%	82.4%	0.5%	100%
COT	(ton/año)	134,201	581,729	195,218	35,585	946,733
	(%)	14.2%	61.4%	20.6%	6.0	100%
COV	(ton/año)	129,178	241,252	185,384	35,585	591,399
	(%)	21.8%	40.8%	31.3%	6.0%	100%
NH ₃	(ton/año)	181	15,198	4,798	N/A	20,177
	(%)	0.9%	75.3%	23.8%	N/A	100%

Tabla 30 - Inventario de emisiones anuales de la ZMVM, 2008.

Mediante el empleo de herramientas de análisis espacial, sistemas de información geográfica y los resultados del monitoreo atmosférico, es posible evaluar el comportamiento espacial de los contaminantes y en combinación con los datos de población, se puede estimar indirectamente el riesgo de exposición a la contaminación de la población en la Ciudad de México. Es importante aclarar que no se pretende cuantificar la relación dosis-respuesta de los habitantes de

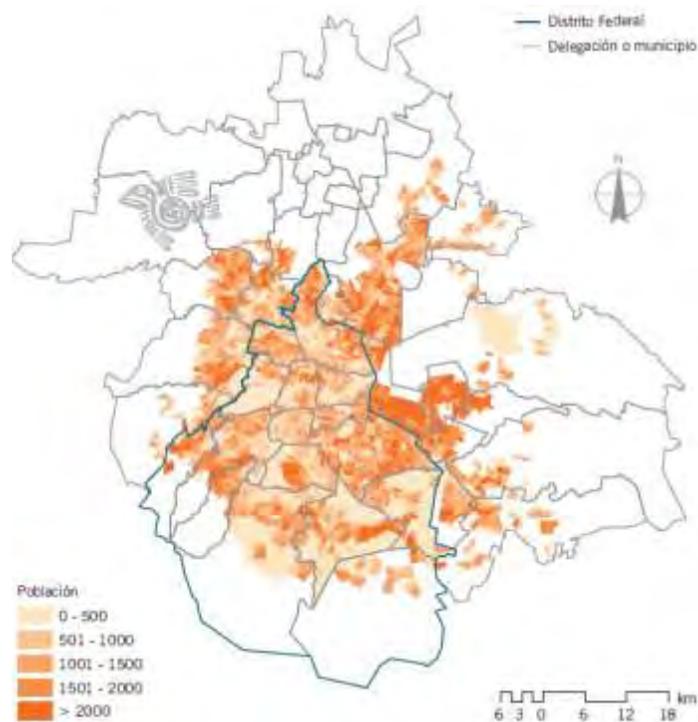


Figura 3.16. Distribución de niños menores 14 Años; el mapa fue elaborado con datos de INEGI y CONAPO.

El impacto del daño que provoca la contaminación atmosférica en la salud es mayor en los niños, en los adultos mayores y en personas con algún síntoma o enfermedad previa. En el caso de los niños, el organismo y el sistema respiratorio se encuentran en pleno desarrollo. Los niños pasan más tiempo al aire libre y respiran más rápido que los adultos, por lo que están expuestos a mayores concentraciones de contaminantes atmosféricos. Los adultos mayores tienen una respuesta inmunológica más lenta a los daños de la contaminación atmosférica, además ésta puede agravar enfermedades cardiorrespiratorias existente.

Los mapas anteriores señalan la distribución del impacto que ocasionan los contaminantes. De acuerdo con el INEGI y el Consejo Nacional de Población para 2008, la población infantil dentro del área comprendida por la cobertura espacial de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico fue de 4.7 millones de niños, de los cuales 2.3 millones se encuentran dentro del Distrito Federal y el resto en el Estado de México. La Delegación Iztapalapa, y los Municipios de Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y Ecatepec de Morelos concentran la mayor parte de la población infantil en el área de estudio.

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO
URBANO

CAPÍTULO IV NORMATIVIDAD

CAPÍTULO IV: NORMATIVIDAD

4.1.- Marco Jurídico

Los aspectos jurídicos para el Programa de Ordenación de ZMVM son diversos y se ubican en la serie de leyes, códigos, decretos, y avisos publicadas en la Gaceta del Departamento del Distrito Federal, y el Diario Oficial de la Federación; en ellos se localizan la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Salud, la Ley de Metrología y Normalización, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, la Ley de Planeación, la Ley General de Asentamientos Humanos; también la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, la Ley de Planeación y de Asentamientos Humanos del Estado de México, y las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por las Instituciones de la Administración Pública Federal y Normas de Pemex expedidas por Petróleos Mexicanos.

En el acervo tan amplio y complejo se ubica todo el material normativo que regulan las actividades en la ciudad desde la conducta de los particulares hasta las operaciones industriales que ocurren diariamente en el ámbito urbano. Los aspectos normativos son procedimientos, instructivos de operaciones; las especificaciones de calidad, seguridad, y salubridad de productos y servicios necesarios para el funcionamiento del sistema urbano.

Abordar aspectos tan diversos como el abasto y distribución del combustible tan indispensable que entra dentro de la categoría de crítico; es decir, sin combustible el sistema se queda sin energía y la tendencia es el deterioro y finalmente el paro total del sistema. Por ello, es vital el suministro de los energéticos y mantener en orden el transporte desde la Refinería hasta la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) que se realiza por oleoductos, gasoductos y poliductos; la Terminal Satélite (TS) que están ubicadas en la ciudad en los centros de máximo consumo que forman una red conectada a la TAD por poliductos que están instalados en las avenidas y calles de la ciudad. La distribución que se efectúa a través de carros tanques que llevan el combustible desde las (TS) a los puntos de venta que son las gasolineras. Todo ello requiere de la normatividad, el monitoreo, la inspección, registro y reporte del estado de seguridad de las instalaciones; el mantenimiento, recursos y la organización que controle y de garantía a la sociedad de la seguridad para evitar accidentes como los reseñados en los capítulos anteriores.

Por otra parte, el uso del combustible por los grandes consumidores como los hogares en donde en cada uno de ellos, al menos, existe una estufa y un calentador y los consumos de gas doméstico son respetables, las termoeléctricas

ubicadas en la Zona Norte de la ZMVM que queman gas natural que también tienen fuertes consumos: El parque vehicular, el transporte urbano y de carga, los automóviles que consumen varios barriles de petróleo que al quemarse producen toneladas de contaminantes que se descargan libremente en la atmósfera. Por ello, las instituciones que por ley están facultadas para actuar tienen una gran responsabilidad para garantizar a la sociedad un ambiente salubre y seguro.

Las Ciudades tienen por objeto brindar seguridad, salud, abrigo y desarrollo a la comunidad; por ello en la Constitución³⁵ [39], el artículo 2º, da derechos a los habitantes y seguridad de poseer la tierra de acuerdo a la normativa que para sus efectos establece y en la fracción VI dice:

“Acceder, con respeto a las formas y modalidades de propiedad y tenencia de la tierra establecidas en esta Constitución y a las leyes de la materia, así como a los derechos adquiridos por terceros o por integrantes de la comunidad, al uso y disfrute preferente de los recursos naturales de los lugares que habitan y ocupan las comunidades, salvo aquellos que corresponden a las áreas estratégicas, en términos de esta Constitución.
Para estos efectos las comunidades podrán asociarse en términos de ley”.

La Norma Constitucional³⁶ [40], en el primer capítulo, establece las garantías individuales que brindan a los ciudadanos las condiciones básicas como: libertad, salud, educación, vivienda y un medio ambiente saludable. El Artículo 4º define el criterio como:

“Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”.

La Ley General de Salud en el Título Séptimo Capítulo IV de los efectos del ambiente en la salud; tiene como objeto:

“Apoyar el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida; y refiere en su artículo

³⁵ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 17 de febrero de 1984.

³⁶ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, última reforma publicada DOF 13-04-2011.

116 que son las autoridades sanitarias quienes establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán actividades tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños provocados por las condiciones del ambiente; y el Artículo 117, dice que la formulación y conducción de la política de saneamiento ambiental corresponde a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana. También en el artículo 119 que trata de las atribuciones de la Secretaría de salud; y otorga a los estados y municipios atribuciones para ejercer la autoridad de investigar y regular los aspectos ambientales. En este sentido, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Salud Ambiental son instrumentos regulatorios de la Secretaría de Salud³⁷ [41] que tienen como propósito contribuir a que se cumplan los objetivos de mejoramiento de la calidad del aire en el territorio nacional.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) en el Artículo 112 del Título IV Capítulo II. Establece lo siguiente:

“En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7º, 8º. y 9º de esta Ley, así como con la legislación local en la materia:

Controlarán la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 BIS de esta Ley;

Aplicarán los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, definiendo las zonas en que sea permitida la instalación de industrias contaminantes;

Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación;

Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación;

Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental;

Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación;

³⁷ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud.

Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica;

Elaborarán³⁸ [42] los informes sobre el estado del medio ambiente en la entidad o municipio correspondiente, que convengan con la Secretaría a través de los acuerdos de coordinación que se celebren;

Impondrán sanciones y medidas por infracciones a las leyes que al efecto expidan las legislaturas locales, o a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno que expidan los ayuntamientos, de acuerdo con esta Ley.

Formularán y aplicarán, con base en las normas oficiales mexicanas que expida la Federación para establecer la calidad ambiental en el Territorio Nacional, programas de gestión de calidad del aire y todo lo aplicable en la **materia**".

La tabla 09 se refiere a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a la contaminación atmosférica; Ozono, Monóxido de Carbono, Bióxido de Azufre, Bióxido de Nitrógeno y Partículas Suspendidas; las Normas regulan los contaminantes emitidos por el Parque vehicular, la industria y las instalaciones domésticas.

El soporte jurídico de las Normas Oficiales Mexicanas³⁹ [43] lo dispone la Ley de Metrología y Normalización que establece el orden y la formulación de los documentos técnicos; debido a que los sectores de la industria y los servicios cubren diferentes ramas industriales y de comercio, donde existen actividades que producen contaminantes para la regulación existen políticas en los diferentes sectores de la actividad económica y son reguladas por la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que otorga atribuciones a las secretarías del sector y la autoridad para controlar la actividad.

En ocasiones ocurren conflictos por invasión de funciones que contravienen algunas disposiciones; ejemplo de ello son los productos y servicios del sector salud, con productos de higiene y seguridad del sector del trabajo; por ello el documento regulatorio establece la regulación, formulación y la observancia de la misma.

La Ley Federal de Metrología y Normalización en el artículo 2º define los objetivos para formular la norma y medir los efectos que produce la regulación.

³⁸ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Consumidor.

³⁹ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley Sobre Metrología y Normalización.

El Marco Jurídico de mayor interés para el ordenamiento⁴⁰ [44] y regulación del desarrollo de la Ciudad de México es la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de orden público e interés social y tiene por objeto: Fijar las normas básicas para planear, programar y regular el ordenamiento territorial y el desarrollo, mejoramiento, conservación y crecimiento urbanos del Distrito Federal; determinar los usos, destinos y reservas del suelo, su clasificación y zonificación; y la protección, conservación, recuperación y consolidación del paisaje urbano del Distrito Federal; que establece normas y principios básicos mediante los cuales se lleva a cabo el desarrollo urbano y promueve la participación de los diversos grupos sociales a través de las organizaciones representativas; y Las acciones de los particulares para que contribuyan al alcance de los objetivos y prioridades del desarrollo urbano y los programas que se formulen para su ejecución.

El documento establece los principios ecológicos y ambientales fundamentales para la salud de los habitantes del Distrito Federal, se destinan a la conservación del medio natural y la vida de la flora y la fauna silvestres, los suelos comprendidos en la Cartografía que formará parte del Programa General, por tanto, no son urbanizables las Zonas del Distrito Federal, comprendidas dentro de los límites fijados por, las leyes de la materia. Dichos suelos se ubican en los siguientes lugares: Sierra de Guadalupe; Sierra de las Cruces; Sierra del Ajusco; Sierra de Santa Catarina; Espacios Pantanosos de chinampas y Llanos de Tláhuac, Iztapalapa, Xochimilco, Tlalpan y Milpa Alta; y los lechos de los antiguos Lagos de Chalco, Texcoco y Xochimilco.

Sin embargo, se puede aseverar con certeza que esto no se cumple; basta con observar el territorio que citan los ordenamientos anteriores y se aprecia que todo ello se encuentra urbanizado y las áreas prioritarias, recargas de acuíferos de la ciudad que mantienen el principio de sustentabilidad, están invadidas.

4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Los ordenamientos jurídicos tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de

⁴⁰ Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura. Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

las áreas naturales protegidas; el aprovechamiento sustentable, la preservación, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatible con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; el establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y las aplicaciones que de ella se deriven.

4.3. Proceso Normativo

El manejo de la información en el espacio urbano de la ZMVM, es compleja y para sistematizar se establecen 8 etapas: Normatividad, Procuración, Monitoreo, Información, Análisis y Desarrollo, Políticas, Comunicación, y Programas.

El diagrama de control inicia con la Normatividad; es decir, con las reglas que derivan del marco jurídico para el caso se tienen las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en la contaminación atmosférica. ***"La tabla 09 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes a los elementos criterios que regulan las emisiones atmosféricas; es aplicada para el control de los contaminantes que expulsan los combustibles"***.

Las NOM son documentos técnicos emitidos por las Secretarías del Gobierno Federal, son disposiciones de carácter obligatorio, es decir que los usuarios, productores, consumidores e instituciones deben acatar las instrucciones; la formulación está regulada por la Ley de Metrología y Normalización.

Las normas que regulan los aspectos de instalación de los componentes como ductos, tanques, compresores, bombas, válvulas para conducir los combustibles al lugar de almacenamiento, distribución y consumo son las normas de la empresa PEMEX y se encuentran en la Tabla 24.

La procuración u observancia de la norma de acuerdo al marco legal se les da a las procuradurías del Medio Ambiente (PROFEPA), Procuraduría del Consumidor (PROFECO), a las Autoridades del Gobierno del Distrito Federal a través de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

El Sistema de Monitoreo Atmosférico se efectúa a través de la Secretaría del Medio Ambiente por las Redes del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) que depende de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

Las Bases de Datos se publican por los Órganos Oficiales de Información la Gaceta del Departamento del Distrito Federal, el Portal de Internet del Gobierno del Distrito Federal, con cobertura Nacional.

El Análisis se lleva a cabo por la Secretaría del Medio Ambiente y artículos publicados por la comunidad científica.



Figura 4.1. Proceso Normativo.

Las políticas son diseñadas por los Órganos Oficiales que la ley faculta con atribuciones específicas en los reglamentos para emitir tales políticas que regulen los riesgos que amenazan a la ZMVM. La comunicación se lleva a cabo por el portal de internet que tiene la Secretaría a través de SIMAT y lo expresa en términos de IMECA.

Los programas son diseñados por los Órganos Oficiales y son aprobados por la Asamblea Legislativa del Gobierno del Distrito Federal.

4.4. Sistema de Monitoreo Atmosférico

El Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) es la Institución Metrológica que tiene la función de valorar la calidad del aire en la Ciudad de México y el Área Metropolitana. El SIMAT es una dependencia de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal que cuenta con los medios y depende de la Dirección de Monitoreo Atmosférico adscrita a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y, en 2009, operó con 48 estaciones en las que se miden diferentes parámetros de calidad del aire

La Norma Oficial Mexicana (NOM), debe ser aplicada; por ello, la autoridad en funciones tienen las atribuciones que les confiere la ley y deben tener los medios, la estructura jurídica, el personal calificado con los programas de procuración; para el caso la Institución de la Procuraduría del Medio Ambiente PROFEPA dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene las atribuciones para hacer cumplir los ordenamientos; no obstante el documento normativo determina la autoridad que vigilará la observancia, para evitar duplicidad de funciones.

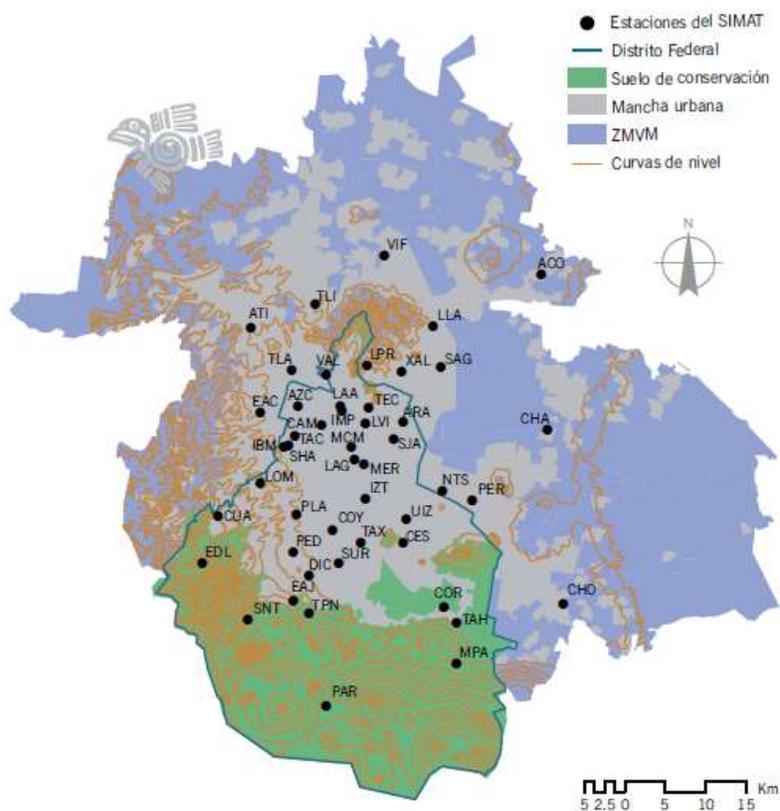


Figura 4.2. Distribución y Cobertura de las Estaciones de Monitoreo SIMAT.

El SIMAT, organismo del Gobierno del Distrito Federal, dependencia de la Secretaría del Medio Ambiente para el desempeño de la función de monitoreo Atmosférico, cuenta con la red de monitoreo ambiental constituida por estaciones instaladas en diferentes lugares de la ZMVM.

En la actualidad, el SIMAT (Sistema de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal) está integrado por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) que cuenta con 34 estaciones; la Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA) que consta de 12 estaciones; la Red de Depósito Atmosférico (REDDA) que tiene 16 sitios de muestreo y la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) que opera con 16 estaciones.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) es el subsistema del SIMAT que realiza mediciones continuas y permanentes de Ozono (O_3), Dióxido de Azufre (SO_2), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Monóxido de Carbono (CO), Partículas Menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$). La información que proporciona esta red es primordial en la evaluación oportuna de la calidad del aire en la Ciudad de México y la difusión mediante el IMECA. La rapidez con que se envía y recibe la información permite la instrumentación inmediata del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCCAA) en situaciones de riesgo para la salud de la población.

En la actualidad, la RAMA cuenta con 34 estaciones de monitoreo ubicadas en puntos estratégicos de la Ciudad de México, 21 están localizadas en el Distrito Federal y 13 en el Estado de México. Los criterios técnicos para la ubicación de las estaciones son: densidad de población, distribución de fuentes de emisión, meteorología y topografía.

La Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA) es el subsistema del SIMAT que realiza mediciones cada seis días y el principal objetivo es obtener muestras de Partículas Suspendidas Totales (PST), Partículas Menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y Partículas Menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$). Las muestras se analizan para evaluar la concentración en el aire ambiente y para determinar el contenido de algunas sustancias peligrosas como el plomo.

Actualmente, la REDMA cuenta con 12 estaciones ubicadas estratégicamente en diversos puntos de la Ciudad de México, 7 se localizan en el Distrito Federal y 5 en el Estado de México. Las estaciones de monitoreo cuentan con criterios técnicos para la ubicación, densidad de población, distribución de fuentes de emisión y topografía.

La Red de Depósito Atmosférico (REDDA) es el subsistema del SIMAT a través del cual se obtienen muestras de depósito húmedo y depósito seco en la Ciudad de México. El análisis permite conocer la composición y algunas propiedades del agua de lluvia y el flujo de sustancias tóxicas de la atmósfera a la superficie terrestre, así como la intervención en la alteración de los elementos típicos del suelo, lo que facilita la formulación de estrategias para la mitigación y control.

En las muestras de depósito húmedo se realizan mediciones del volumen de la precipitación pluvial, pH, conductividad eléctrica, aniones (sulfato, nitrato, cloruro, carbonato), cationes (amonio, sodio, potasio, calcio, magnesio). En las muestras de depósito seco se realiza el análisis de los metales aluminio, zinc, manganeso, arsénico, cobre, cadmio, mercurio, fierro, plomo y estroncio, que en pequeñas concentraciones causan efectos perjudiciales en la salud humana, además del deterioro de los bosques y daños a organismos acuáticos y terrestres, incluso participan como catalizadores en la oxidación del SO_2 , precursor del fenómeno de lluvia ácida. La REDDA cuenta con 16 estaciones de monitoreo ubicadas en puntos estratégicos de la Ciudad de México, 12 están localizadas en el Distrito Federal y 4 en el Estado de México.

La Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) es el subsistema del SIMAT que tiene como función principal proporcionar información de los parámetros meteorológicos para elaborar el pronóstico meteorológico y modelos de dispersión, con la finalidad de analizar el desplazamiento de los contaminantes a través del tiempo. Cuenta con 16 estaciones de monitoreo ubicadas estratégicamente en la Ciudad de México, están localizadas 10 en el Distrito Federal y 6 en el Estado de México.

El SIMAT posee 15 estaciones de monitoreo automáticas con instrumental meteorológico (9 en el Distrito Federal y 6 en el Estado de México) distribuidas como se muestra en la Figura 48 y que se conoce como Red Meteorológica (REDMET). El objetivo principal es medir parámetros meteorológicos de superficie dentro de la ZMVM y proporcionar promedios horarios de velocidad (WSP) y dirección del viento (WDR), humedad relativa (RH) y temperatura ambiente (TMP), con datos registrados cada minuto.

Algunas estaciones cuentan con instrumentos que miden radiación solar en las bandas UV-A y UV-B del espectro electromagnético. Se presenta el equipo y parámetros meteorológicos empleados por la REDMET.

Con el propósito de informar a la población sobre los niveles de contaminación que registra el SIMAT, se ha dividido a la ZMVM en 5 regiones importantes denominadas "zonas IMECA" (NO, NE, CE, SO y SE); acorde con lo siguiente:

- **La Zona Noroeste (NO), está integrada por las estaciones de monitoreo,** con torre meteorológica, Tacuba (TAC), ENEP Acatlán (EAC) y Tlalnepantla (TLA).
- **La Zona Noreste (NE), se forma por las estaciones San Agustín (SAG),** Xalostoc (XAL), Villa de las Flores (VIF) y Chapingo (CHA).
- **La Zona Centro (CE), cuenta con las estaciones Merced (MER) y** Hangares (HAN) que miden los parámetros meteorológicos.
- **La Zona Suroeste (SO), la conforman las estaciones Santa Úrsula (SUR),** Pedregal (PED), Plateros (PLA), Cuajimalpa (CUA) y Tlalpán (TPN).
- **Finalmente, la Zona Sureste (SE), se compone con las estaciones Cerro** de la Estrella (CES) y Tlahuac (TAH).

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)⁴¹ [45] es el medio para informar cada hora a la población de la ZMVM, qué tan limpio o contaminado se encuentra el aire. Si el IMECA de un contaminante es mayor a 100 puntos significa que hay un riesgo de afectación a la salud; El IMECA se calcula para los contaminantes: O₃, SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ y PM_{2.5}. El proceso de cálculo del IMECA se define en la Norma Técnica Ambiental del Distrito Federal (NADF-009-AIRE, 2006).

Si la calidad del aire es:	El IMECA se encuentra en el intervalo:	Las recomendaciones a seguir y los posibles riesgos son:
Buena	0 a 50	Recomendaciones: Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
Regular	51 a 100	Recomendaciones: Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre. Riesgos: Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares.
Mala	101 a 150	Recomendaciones: Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del

⁴¹Secretaría de medio Ambiente del Distrito Federal. Informe de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México Estado y Tendencias 1990 - 2007.

		<p>aire. Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos.</p> <p>Riesgos: Posibles efectos adversos a la salud, en particular niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias.</p>
Muy Mala	151 a 200	<p>Recomendaciones: Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, no realice actividades al aire libre, esté atento a la información de la calidad del aire. Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos.</p> <p>Riesgos: Efectos adversos a la salud de la población en general. Se agravan los síntomas en niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias.</p>
Extremadamente Mala	> 200	<p>Recomendaciones: Proteja su salud, no salga de casa o permanezca en lugares cerrados. Esté atento a la información de la calidad del aire, siga las instrucciones de Protección Civil y las autoridades de salud. Acuda inmediatamente al médico o solicite servicio de emergencia si presenta síntomas respiratorios o cardíacos.</p> <p>Riesgos: Efectos graves a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones en niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias.</p>

Tabla 31 - Los IMECA de la Zona Metropolitana del Valle de México.

SIMAT se encuentra en el portal de Internet del Distrito Federal a continuación se muestra un ejemplo:

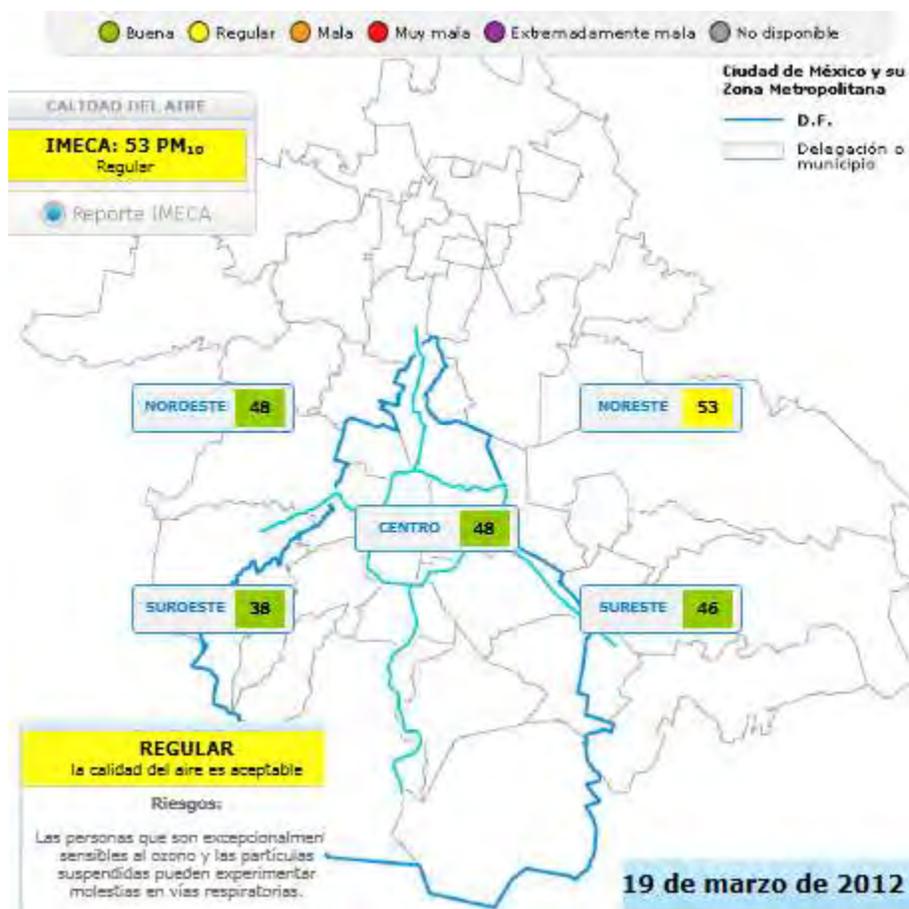


Figura 4.3. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) 19 Marzo 2012 a la 8:00 PM.



Figura 4.4. Fotografía que mide la visibilidad de la ZMVM 18 de Marzo a las 20 PM.

La figuras 4.3 y 4.4. muestran la valoración de la calidad del aire para informar al público.

4.5. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire [46] tiene la finalidad de informar a la comunidad del comportamiento en calidad que tiene la atmosfera; indica el grado de peligrosidad a la que se exponen los habitantes de la ciudad; resulta de gran beneficio por ser una unidad de medida útil para la toma de decisiones; a continuación, la norma que define la unidad de medida denominado IMECA.

NOM	
Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006, que establece los requisitos para elaborar el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire.	
ANTECEDENTES	
<p>“En 1977 la Dirección General de Saneamiento de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, desarrolló el Índice Mexicano de Calidad del Aire o IMEXCA. En 1982 se diseñó el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). El fundamento es el Índice Estándar de Contaminantes (Pollutant Standard Index o PSI por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América (EUA).</p> <p>Las normas mexicanas de protección a la salud vigentes, de forma tal que establece en 100 puntos el límite de protección a la salud para cada contaminante.</p> <p>A partir de enero de 1986 el IMECA se empezó a difundir a la población a través de diversos medios. Actualmente su difusión comprende la radio, la prensa, la televisión y la Internet.</p> <p>En la presente norma se considera que el IMECA debe obtenerse mediante el proceso transparente de la información y de forma numérica mediante algoritmos; que la información que proporcione sea entendible para la población y que comunique los riesgos a la salud asociados a la exposición al contaminante atmosférico criterio”.</p>	
OBJETIVO	
<p>Establecer los lineamientos para la obtención, el uso y la comunicación de riesgos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para el Distrito Federal Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). Escala adimensional que sirve para calificar la calidad del aire con respecto a los contaminantes atmosféricos considerados criterio.</p> <p>El IMECA tiene como propósito informar a la población de manera clara, oportuna y continua, sobre los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que puede tomar.</p>	
ALCANCE	
<p>La presente norma aplica en el Territorio del Distrito Federal. El IMECA se dará a conocer con base a las zonas de contaminación definidas como Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste y Sureste. Su empleo puede extenderse a los municipios conurbados del Estado de México que comprende la ZMVM.</p>	
ASPECTOS REGULATORIOS	
<p>El IMECA se reportará regularmente cada hora en todos los días del año, de las 08:00 a las 20:00 horas.</p> <p>El IMECA se reportará en las 5 zonas de calidad del aire de la ZMVM, definidas como Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste y Sureste en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM, 2002-2010.</p> <p>El IMECA de cada zona estará representado por el mayor de los valores del IMECA de cualquier contaminante que sea registrado en cualquiera de las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona. El IMECA se identificará por medio de un color y un calificativo de acuerdo con el grado de riesgo que represente para la salud humana; ver tabla 32.</p>	

Tabla 32 - NADF-009-AIRE-2006

4.6. Norma Oficial Mexicana

Los elementos sujetos a regulación son actividades atendidas por las normas; de hecho son reglas documentadas que especifican niveles de calidad, describen procedimientos, ya sean de inspección o verificación que deben satisfacer los productos y servicios que consume la comunidad de usuarios. Las instrucciones deben ser observadas, lo que significa que son obligatorias y el control debe estar a cargo de la autoridad cuyas atribuciones son asignadas por la ley.

La autoridad tiene un compromiso con la sociedad, el reconocimiento debe ser un hecho para mantener el comportamiento o gobierno de un estado de cosas para el fin de la propia regla. La industria, el comercio, las familias y la sociedad son las entidades consumidoras, la actividad económica en el proceso de consumo y manufactura generan residuos que contaminan el ambiente; por ello, el Estado cuenta con los instrumentos y las atribuciones legales que le confiere el marco jurídico constitucional y la obligación para ejercer programas que regulen la conducta ciudadana y prevenga riesgos no necesarios que constituyen peligros a la comunidad.

La Norma Oficial Mexicana (NOM) ha sido de utilidad para regular la calidad y seguridad de los bienes y servicios que se producen y comercializan en la ciudad; la norma es útil como instrumento, tiene la finalidad de proteger a la sociedad en los aspectos de seguridad, salubridad y economía.

Los procedimientos, las instrucciones y ordenamientos son los elementos que están bajo control de la Norma Oficial Mexicana cuya finalidad es regular la seguridad y la salud. La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal es el soporte jurídico, que da lugar a las atribuciones a las diferentes Secretarías de Estado y las facultan para cumplir la función pública a que están destinadas.

El diseño de las políticas son atribuciones de las instituciones del Estado, las que ejercen las acciones que regulan la economía, seguridad y salud de los sectores de la sociedad. Estas instituciones son: la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Materiales (SEMARNAT); la Secretaría de Energía (SENER); la Secretaría de Economía (SE); la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); la Secretaría de Salud (SSA); la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS).

El espacio del medio ambiente, las políticas y los programas son establecidos y regulados por la SEMARNAT; el Sector Energético es regulado por la SENER; el Sector de Industria y Comercio lo regula la SE; el Sector Salud lo regula la SSA; el Sector Transporte lo regula la SCT; y el Sector Laboral lo regula la STyPS. La Norma Oficial Mexicana tiene el marco legal en la Ley Federal de Metrología, la

que define su objeto, la definición y los alcances que los documentos técnicos tienen para la regulación de los aspectos ambientales.

4.7. Ozono

Según la normatividad expresada en la tabla 09, en la Ciudad de México, los niveles de ozono reportan concentraciones que exceden frecuentemente los valores establecidos por la NOM-020-SSA-1993 (Secretaría de Salud, 2002) así como las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En 2009 los niveles de Ozono excedieron los dos indicadores de la NOM. Con respecto al valor límite para el promedio horario de 0.110 ppm, en todas las estaciones se superó este límite y la concentración máxima se registró en la estación Pedregal (PED) con un valor de 0.198 ppm, el día 13 de febrero a las 17:00 horas, del 2009. De acuerdo con la NOM el valor límite para el promedio horario no debe superarse a lo largo del año, sin embargo, en 2009, la estación Pedregal (PED) registró la mayor frecuencia con 287 horas, mientras que la estación San Agustín (SAG) reportó la menor frecuencia con 23 horas. En la tabla siguiente se indican los resultados de la evaluación del cumplimiento de la NOM por estación. Con respecto al indicador de 8 horas (0.080 ppm para el quinto máximo anual) todas las estaciones superaron el valor de la NOM; a continuación se resume la Norma que regula los niveles de Ozono en la atmosfera. [47]

NOM	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O₃). Valor normado para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.</p>	
OBJETIVO	
<p>Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de ozono en el aire ambiente.</p>	
CAMPO DE APLICACIÓN	
<p>Aplicable en todo el territorio mexicano. Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana. Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas. Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por ozono.</p>	
ESPECIFICACIÓN	
<p>La concentración de ozono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.11 ppm, o lo que es equivalente a 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora, una vez al año, en un periodo de tres años, para protección a la salud de la población susceptible.</p>	
OBSERVANCIA DE LA NORMA	
<p>La Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades competentes federales y locales, que tengan a su cargo el desarrollo y la aplicación de los planes o programas de política ambiental, con fines de protección a la salud de la población.</p>	

Tabla 33 - Norma Oficial Mexicana NOM -020- 1993.

Las emisiones de Ozono exceden los límites que especifica el documento anterior de 0.11 ppm (partes por millón) en la siguiente tabla se observa el comportamiento.

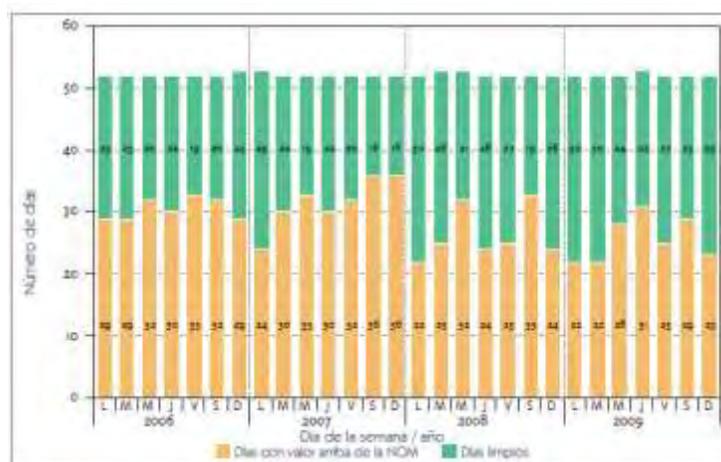


Figura 4.5. Distribución espacial de la concentración promedio anual de ozono durante 2009 en la ZMVM.⁴²

La información se obtuvo del informe 2009 de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal; los datos son desde el 2006 hasta el 2009 y reportan los días por arriba de la NOM y días limpios; se toma como base 52 semanas del año de lunes a domingo; ejemplo el 2006 todos los 52 lunes 29 están fuera de la norma y 23 cumplen con la norma; la tendencia que muestra la información es que han disminuido los días que no se cumplen con la norma.

La tabla 35 reporta el comportamiento del Índice IMECA de 1990 hasta el 2000. Se observa con claridad la variación de IMECA de 101 a 200 por arriba de 244 días en 1990 y 304 días en 2000 por lo que la Norma Oficial Mexicana NOM-020-1993; los 365 días de 1990, 328 días no se cumple los mismo ocurre para el 2000 donde 323 no se cumple.

⁴² Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Calidad del Aire en la Ciudad de México. México 2009.

Concentraciones (ppm)	IMECA	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0.0 - 0.055	0 a 50	9	0	2	2	0	5
0.055 - 0.110	51 a 100	28	12	32	39	21	34
0.110 - 0.233	101 a 200	244	179	209	244	251	236
0.233 - 0.282	201 a 240	58	97	78	62	79	74
0.282 - 0.355	240 a 300	23	69	34	17	14	14
> 0.355	> 300	3	8	11	1	0	0
TOTAL		365	365	366	365	365	365
TOTAL >NOM		328	353	332	324	344	327
% TOTAL >NOM		90	97	91	89	94	89

Concentraciones (ppm)	IMECA	1996	1997	1998	1999	2000
0.0 - 0.055	0 a 50	5	7	1	16	4
0.055 - 0.110	51 a 100	34	36	44	49	39
0.110 - 0.233	101 a 200	258	270	262	270	304
0.233 - 0.282	201 a 240	59	48	52	27	19
0.282 - 0.355	240 a 300	10	4	6	3	0
> 0.355	> 300	0	0	0	0	0
TOTAL		366	365	365	365	366
TOTAL >NOM		327	322	320	300	323
% TOTAL >NOM		89	88	88	82	88

(-Significa todos los valores que sean maores a.

| - significa todos los valores hasta tomar este valor.

NOM: Norma Oficial Mexicana. NOM-020-SSA1-1993 (03). No debe de rebazar el límite máximo 0.11 ppm (1hora)

Tabla 34 – Reporte de IMECA de 1990 a 2000. ⁴³ [48]

La tabla proporciona datos que corroboran el incumplimiento de la Norma.

⁴³ Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2002 – 2010.

ENTIDAD	ESTACIÓN	CLAVE	Horas que exceden la NOM de 1 h (NOM=0.110 ppm)	Máx. Anual horario (NOM=0.110 ppm)	5° máximo anual de 8h (NOM=0.090 ppm)	CUMPLE LA NOM
DISTRITO FEDERAL	Azcapotzalco	AZC	162	0.164	0.111	NO
	Cerro de la Estrella	CES	32	0.129	0.085	NO
	Coyoacán	COY	165	0.167	0.107	NO
	Cuajimalpa	CUA	93	0.177	Datos Insuf.	NO
	Iztacalco	IZT	169	0.185	0.113	NO
	La lagunilla	LAG	81	0.167	0.099	NO
		MER	78	0.177	0.096	NO
	Pedregal	PED	287	0.198	0.124	NO
	Plateros	PLA	169	0.180	0.116	NO
	Santa Úrsula	SUR	229	0.180	0.114	NO
		TAC	156	0.179	Datos Insuf.	NO
	Taxqueña	TAX	24	0.167	Datos Insuf.	NO
	Tláhuac	TAH	137	0.164	0.109	NO
		TPN	38	0.155	Datos Insuf.	NO
	UAM Iztapalapa	UIZ	213	0.178	0.114	NO
ESTADO DE MÉXICO	Acolman	ACO	16	0.145	Datos Insuf.	NO
	Chalco	CHO	41	0.153	0.095	NO
	Chapingo	CHA	24	0.136	Datos Insuf.	NO
	ENEP Acatlán	EAC	111	0.165	0.105	NO
	San Agustín	SAG	23	0.146	0.084	NO
	Tlalnepantla	TLA	104	0.162	0.104	NO
	Xalostoc	XAL	46	0.166	0.098	NO

Tabla 35 - Evaluación del cumplimiento de NOM de Ozono 2006 al 2009.⁴⁴

Las tablas 34 y 35 muestran el no cumplimiento de la Norma.

Los datos obtenidos a través de la red Metrológica del SIMAT son datos que valoran la magnitud del estándar, pero preocupa aún más la distribución del contaminante en la ZMVM. El Ozono se concentra de acuerdo a las corrientes de flujo de aire que soplan del norte hacia el poniente y del noreste hacia el suroeste arrastran los contaminantes de la zona industrial de Tlalnepantla y Naucalpan,

⁴⁴ Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Calidad del Aire en la Ciudad de México 2009.

Xalostoc e Iztapalapa; este hecho se ubica en la figura 4.6 que muestra las zonas más afectadas ubicadas en el sur poniente.

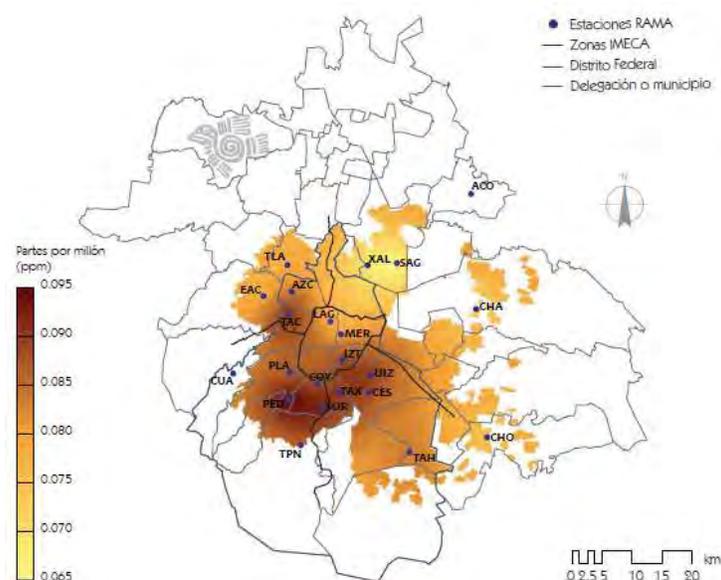


Figura 4.6. Distribución de la concentración del Ozono en la ZMVM.

El mapa indica con claridad que las zonas de mayor riesgo debido al contaminante Ozono es la parte sur poniente. El cumplimiento con Normas Internacionales con referencia a la Organización Mundial de la Salud y el Organismo del Ambiente Norteamericano EPA no se cumple; la tabla hace referencia a los resultados:

	OMS	US EPA	NOM	
	Máximo promedio 8h	Promedio trianual del 4° máximo 8h	Máximo promedio 1h	5° máximo anual 8h
Valor recomendado	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.075 ppm	0.110 ppm	0.080 ppm
Cd. de México 2009	*221 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.136 ppm	0.198 ppm	0.124 ppm
CUMPLE	NO	NO	NO	

Tabla 36 - Comparativo de especificaciones de la NOM con relación a Organismos Internacionales.⁴⁵

La información demuestra que el estándar nacional está por debajo de los niveles de calidad de los países desarrollados.

⁴⁵ Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Calidad del Aire en la Ciudad de México 2009.

4.8. Bióxido de Azufre

Los contaminantes de mayor peligro son los derivados de los Óxidos de Azufre, debido a que al ser combinados con la humedad de la atmosfera éstos producen pequeñas gotas de Ácido Sulfúrico que reaccionan violentamente con las sustancias orgánicas. Los combustibles producidos en el país contienen Azufre debido a que, al ser extraído del subsuelo, el crudo está contaminado con Azufre. Las autoridades del Gobierno del Distrito Federal tomaron acciones que han mejorado las condiciones del bióxido de azufre como lo muestra la figura 4.7 continuación se presenta la norma que regula las concentraciones de Óxidos de Azufre contenidos en la atmosfera. [49]

NOM

NOM-022-SSA1-1993. "Salud Ambiental Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con Respecto al Bióxido de Azufre (SO₂). Valor Normado para la Concentración de Bióxido de Azufre (SO₂) en el Aire Ambiente como Medida de Protección a la Salud de la Población".

OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente.

CAMPO DE APLICACIÓN

Aplicable en todo el territorio mexicano.
 Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.
 Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.
 Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de azufre.

ESPECIFICACIÓN

La concentración de bióxido de azufre como contaminante atmosférico no debe rebasar el límite máximo normado de 0.13 ppm o lo que es equivalente a 341 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y 0.03 ppm (79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

OBSERVANCIA DE LA NORMA

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.
 Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.
 Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

Tabla 37 - Norma Oficial Mexicana NOM - 022 - 1993. Bióxido de Azufre [50]

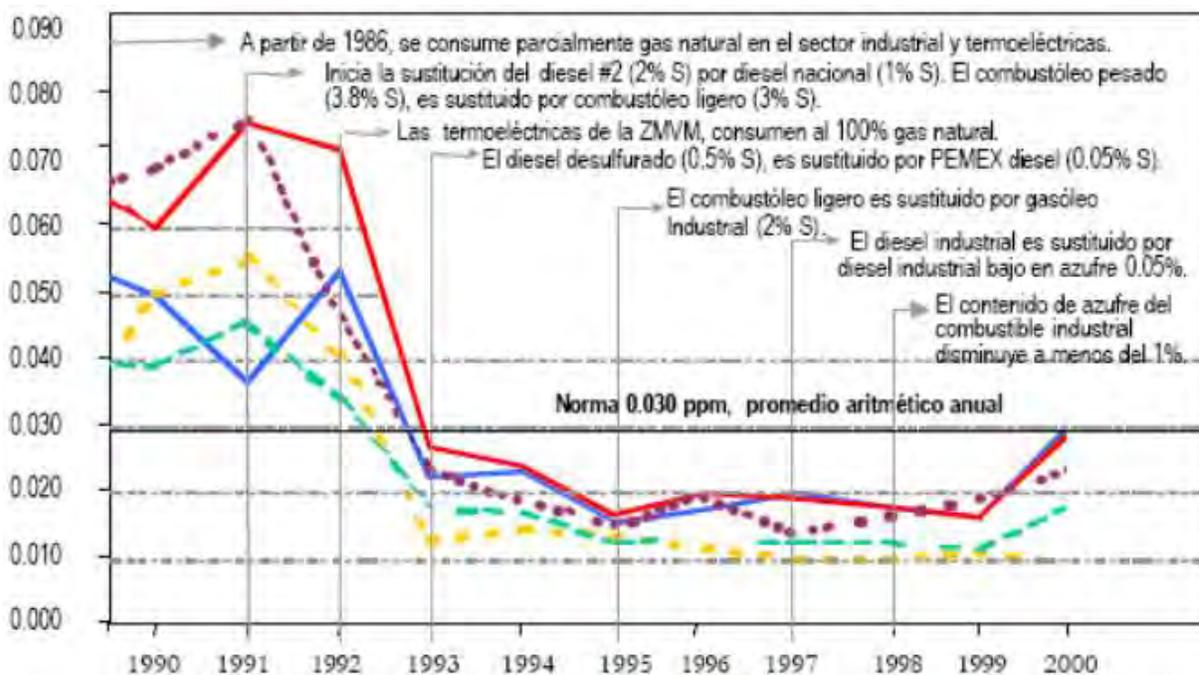


Figura 4.7 Programa de acciones para la mejora del medio ambiente y reporte de la concentración del Dióxido de Azufre.

La figura 4.7 muestra las acciones del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en el Valle de México (PICCA) y PROAIRE, uno de los mejores aciertos fue mejorar la calidad de los combustibles desde 1998 y sustituir la gasolina por otras que no contienen azufre para la Ciudad de México.

El Dióxido de Azufre se produce durante la combustión de compuestos que contienen Azufre. Los combustibles fósiles y la quema de biomasa son las principales fuentes de emisión en la Ciudad de México.

Aun cuando no se ha cuantificado con precisión, se sabe que las emisiones volcánicas y los incendios forestales contribuyen a la producción de este contaminante. El Dióxido de Azufre es un gas incoloro fácilmente soluble en agua. La oxidación da origen a la formación de Ácido Sulfúrico y Sulfuroso los cuales son precursores de las partículas y la lluvia ácida.

En el año 2003, los niveles de este contaminante no superan los valores de la NOM-022-SSA1-1993 (Secretaría de Salud, 1994a). [51] En el año 2009, se mantuvo el cumplimiento de los indicadores de la NOM en todas las estaciones, el valor máximo para el promedio de 24 horas se observó en las estaciones Tlalnepantla (TLA) y Tultitlán (TLI) con 0.052 ppm.

El valor máximo del promedio anual se registró en la estación Tlalnepantla con 0.011 ppm. Tanto el promedio de 24 horas como el promedio anual se encontró por debajo de 0.130 ppm y 0.030 ppm, respectivamente.

La única ruta de exposición del ser humano es la inhalación. La solubilidad en sustancias acuosas facilita la absorción en las membranas mucosas de la nariz y el tracto respiratorio superior; sin embargo, cuando la penetración se extiende hacia las regiones bajas del sistema respiratorio los efectos se acentúan. El efecto máximo de este contaminante se observa en los primeros minutos posteriores a la exposición. Además, la exposición prolongada al contaminante puede producir daño al epitelio en las vías respiratorias. El comportamiento del cumplimiento con relación a la Norma es bueno.

ENTIDAD	ESTACIÓN	CLAVE	Máx. Prom. 24 h (NOM=0.130 ppm)	Máx. Anual horario (NOM=0.030 ppm)	CUMPLE LA NOM
DISTRITO FEDERAL	Aragón	APA	0.024	Datos Insuf.	SI
	Azcapotzalco	AZC	0.042	0.006	SI
	Cerro de la Estrella	CES	0.027	0.006	SI
	Iztacalco	IZT	0.039	0.006	SI
	Lagunilla	LAG	0.047	0.007	SI
	La Villa	LVI	0.036	Datos Insuf.	SI
	Merced	MER	0.045	0.007	SI
	Pedregal	PED	0.023	0.003	SI
	Plateros	PLA	0.036	0.006	SI
	Santa Úrsula	SUR	0.035	0.005	SI
	Tacuba	TAC	0.038	Datos Insuf.	SI
	Tláhuac	TAH	0.018	0.002	SI
	Taxqueña	TAX	0.027	Datos Insuf.	SI
	UAM Iztapalapa	UIZ	0.033	0.006	SI
Vallejo	VAL	0.050	Datos Insuf.	SI	
ESTADO DE MÉXICO	Acolman	ACO	0.013	Datos Insuf.	SI
	Atizapán	ATI	0.045	0.008	SI
	Chalco	CHO	0.010	0.003	SI
	ENEP Acatlán	EAC	0.030	0.007	SI
	Los Laureles	LLA	0.036	Datos Insuf.	SI
	La Presa	LPR	0.028	0.004	SI
	San Agustín	SAG	0.046	0.004	SI
	Tlalnepantla	TLA	0.052	0.011	SI
	Tultitlán	TLI	0.052	0.008	SI
	Villa de las Flores	VIF	0.039	Datos Insuf.	SI
	Xalostoc	XÁL	0.32	0.006	SI

Tabla 38 - Evaluación del cumplimiento del Dióxido de Azufre de los indicadores de la NOM -022-1993 para monitoreo durante 2009. [52]

La Distribución espacial del Dióxido de Azufre en la ZMVM se muestra a continuación:

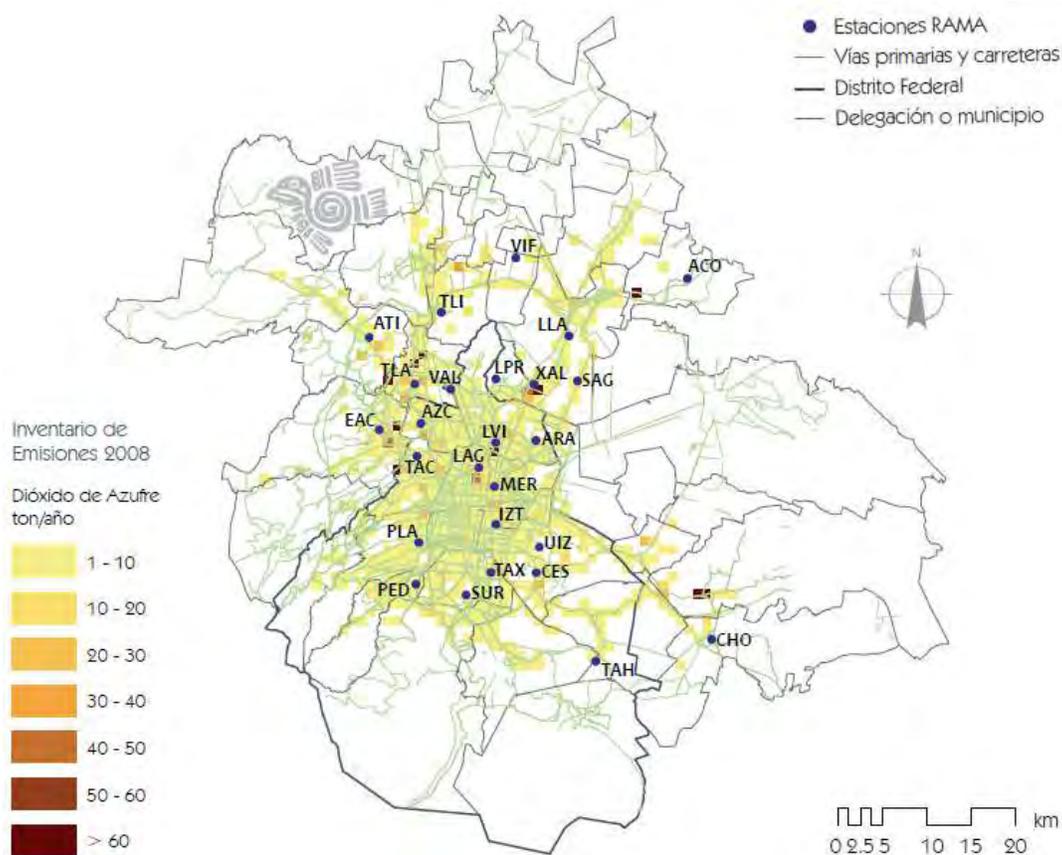


Figura. 4.8 Localización de los contaminantes SOx.

	OMS		US EPA	NOM	
	Promedio 10 minutos	Máximo promedio 24h	Promedio Trianual del Percentil 99	Máximo promedio 24h	Promedio anual
Valor recomendado	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.075 ppm	0.130 ppm	0.030 ppm
Cd. de México 2009	*1053 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	*107 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.153 ppm	0.052 ppm	0.011 ppm
CUMPLE	NO		NO	SI	

Tabla 39- Tabla comparativa Normas Internacionales con relación a la NOM-022- 1993 Dióxido de Azufre.

Las Autoridades del Gobierno del Distrito Federal a través de la Secretaría del Medio Ambiente del DF. y el Sistema de Monitoreo Atmosférico, periódicamente informan a la comunidad. [53]

El mapa de la figura 4.8 para la ZMVM muestra la distribución espacial del bióxido de azufre, la concentración de 39 toneladas por año se muestra en las zonas

industriales, Vallejo, Tlalnepantla y la industrial vía Morelos, Ecatepec en la Zona Norte, en la parte Oriente de Iztapalapa.

4.9. Dióxido de Nitrógeno

El compuesto reacciona fácilmente con el agua para formar Ácido Nítrico y Óxido Nítrico y los Óxidos de Nitrógeno son altamente peligrosos dado que es un fuerte oxidante. Este contaminante se produce durante la combustión, pero en menores cantidades que el Monóxido de Nitrógeno, la mayor parte del Bióxido de Nitrógeno se genera por la Oxidación del Monóxido de Nitrógeno; en presencia de radicales orgánicos en la tropósfera juega un papel importante en la producción fotoquímica del Ozono y su presencia regula las concentraciones de Ozono durante el día. Además de los efectos que produce en la salud, el Bióxido de Nitrógeno puede absorber parte de la radiación solar y junto con las partículas suspendidas es responsable de la disminución de la visibilidad, es precursor de la lluvia ácida y también juega un papel importante en el cambio climático global, junto con el Óxido Nítrico, que es un regulador de las capacidades oxidativas en la tropósfera al controlar el desarrollo y destino de los radicales e incluye el Radical Hidroxilo.

NOM
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. "Salud Ambiental Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, Respecto al Bióxido de Nitrógeno (NO₂) . Valor Normado para la Concentración de Bióxido de Nitrógeno (NO₂) en el Aire Ambiente, como medida de Protección en Aire Ambiente, como Medida de la Protección a la Salud de la Población".</p>
<p>OBJETIVO</p> <p>Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente.</p>
<p>CAMPO DE APLICACIÓN</p> <p>Aplicable en todo el territorio mexicano. Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana. Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas. Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de nitrógeno.</p>
<p>ESPECIFICACIÓN</p> <p>La concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395 µg/m³, en una hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.</p>
<p>OBSERVANCIA DE LA NORMA</p> <p>Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población. Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos. Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana. La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.</p>

Tabla 40 - Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. [54]

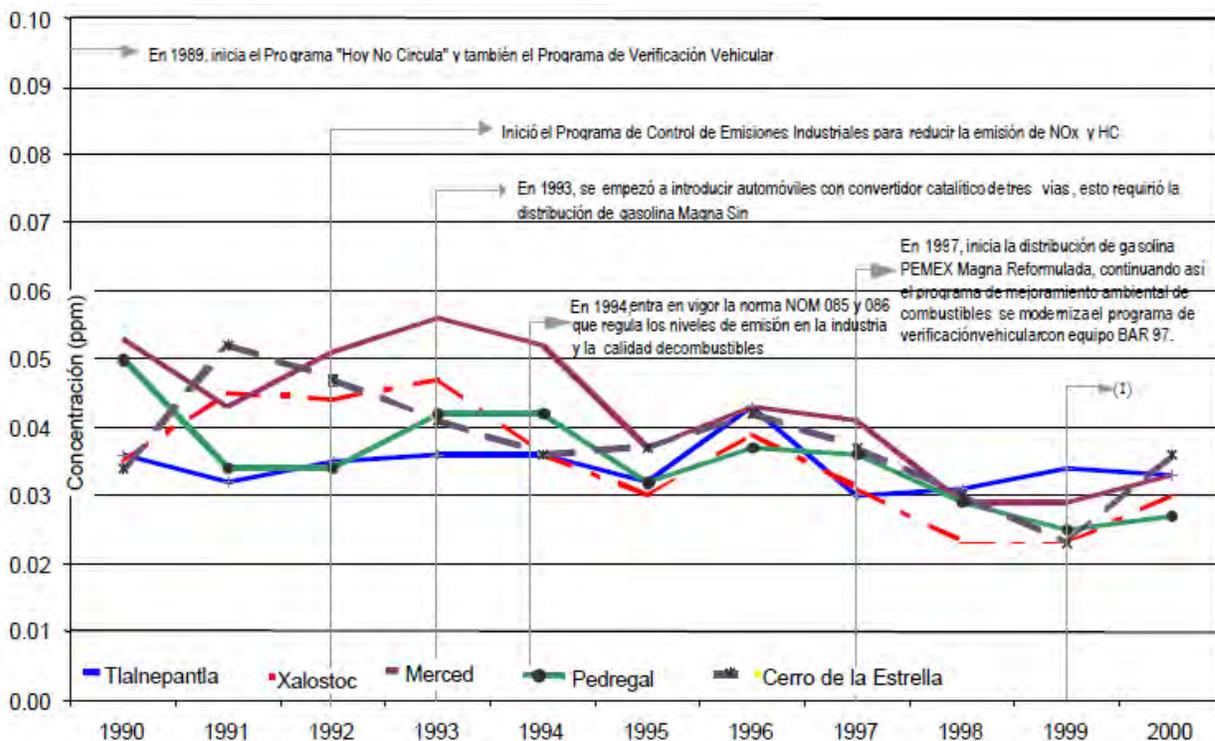


Figura 4.9 Monitoreo Bióxido de Nitrógeno 1990 al 2000 y Programas PICCA y PROAIRE; ZMVM.

La figura 4.9 es un gráfico que fue obtenido del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la ZMVM 1990 al 2000 para la ZMVM. Se tomaron registros mediante la red de monitoreo y muestra la tendencia del contaminante Bióxido de Nitrógeno; también aclara las medidas para lograr el resultado, dentro de las principales se mencionan los siguientes: el hoy no circula iniciado en 1989; el control de emisiones industriales que inicia en 1992 para reducir los NO_x y los HC; en 1993 se introduce el convertidor y la gasolina Magna Sin; en 1994 se introduce la NOM 085 y 086 para el control de las emisiones industriales y regular la calidad de los combustibles; En 1997 se introduce la gasolina PEMEX Magna reformulada y se reorganiza el programa de verificación con equipo BAR 97; con las acciones de PROAIRE se obtuvieron mejoras en control del contaminantes NO_x y HC que son componentes que contribuyen a la formación del Ozono del contaminantes NO_x y HC que son componentes que contribuyen a la formación del Ozono.

ENTIDAD	ESTACIÓN	CLAVE	Máx. Anual horario (NOM=0.210 ppm)	CUMPLE LA NOM
DISTRITO FEDERAL	Azcapotzalco	AZC	0.159	SI
	Cerro de la Estrella	CES	0.139	SI
	Iztacalco	IZT	0.180	SI
	Lagunilla	LAG	0.141	SI
	Merced	MER	0.162	SI
	Pedregal	PED	0.132	SI
	Plateros	PLA	0.146	SI
	Santa Úrsula	SUR	0.124	SI
	Tacuba	TAC	0.211	SI
	Taxqueña	TAX	0.131	SI
	UAM Iztapalapa	UIZ	0.145	SI
ESTADO DE MÉXICO	Atizapán	ATI	0.135	SI
	ENEP Acatlán	EAC	0.178	SI
	San Agustín	SAG	0.101	SI
	Tlalnepantla	TLA	0.127	SI
	Tultitlán	TLI	0.133	SI
	Villa de las Flores	VIF	0.085	SI
	Xalostoc	XAL	0.154	SI

Tabla 41 - Cumplimiento Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993.

	OMS		US EPA		NOM
	Máximo prom. 1h	Promedio anual	Promedio anual	Promedio Trianual del percentil 95	Máximo prom. 1h
Valor recomendado	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.053 ppm	0.100 ppm	0.210 ppm
Cd. de México 2009	*311 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	*52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.035 ppm	0.149 ppm	0.211 ppm
CUMPLE	NO		NO		SI

Tabla 42 - Comparación de la NOM con normas internacionales del Bióxido de Nitrógeno.

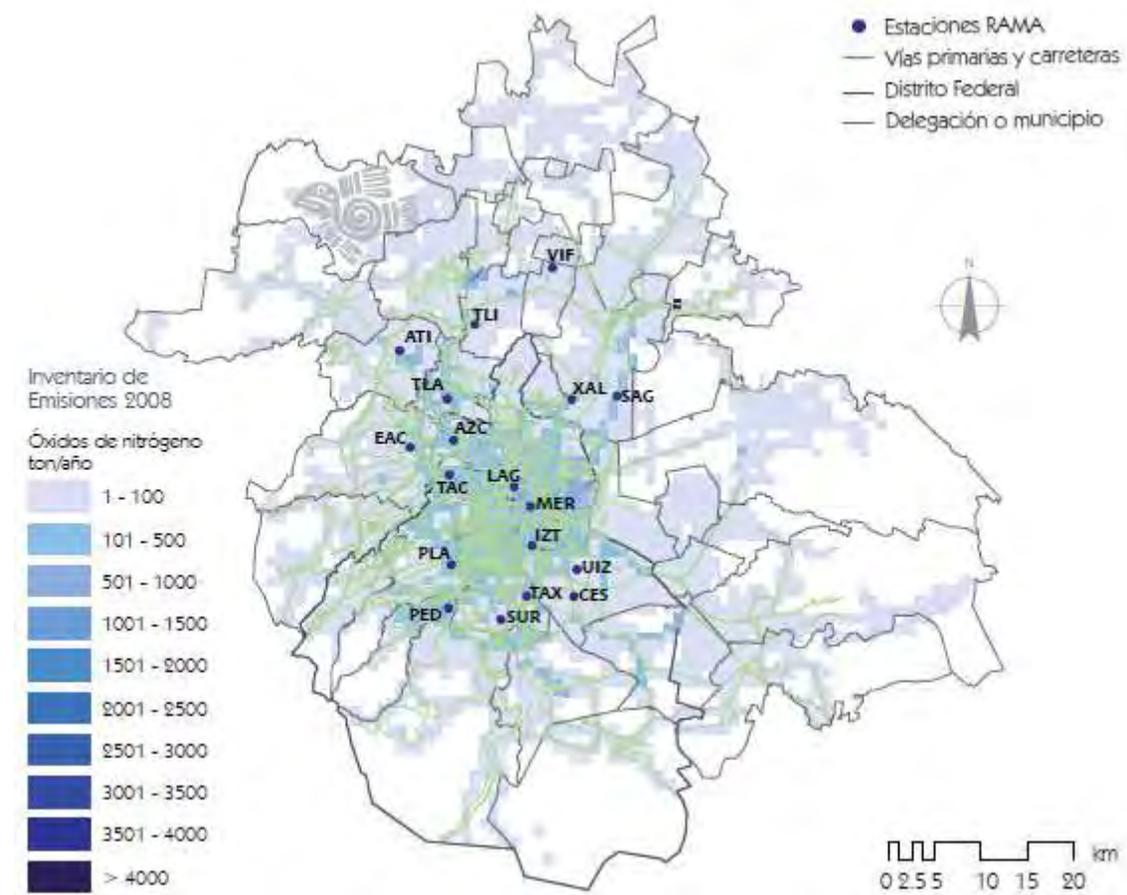


Figura 4.10. - Distribución espacial del Bióxido de Nitrógeno.

La información anterior muestra los datos obtenidos del Informe de la Calidad del Aire 2009 para la ZMVM que para el caso del Bióxido de Nitrógeno. Se cumple.

4.10. Partículas suspendidas (PST, PM_{10} , y $PM_{2.5}$)

El polvo suspendido es una mezcla compleja de componentes con diversas características químicas y físicas; la complejidad junto con la potencialidad que tienen para causar daños varía con el tamaño, composición, fuentes y características físicas. Las partículas se presentan en el aire ambiente en una gran variedad de formas, tamaños, origen y composición.

Las partículas más grandes pueden permanecer en suspensión algunos minutos y recorrer distancias cortas, mientras que las más pequeñas permanecen en suspensión por períodos de días, hasta semanas y pueden recorrer grandes distancias; los estudios epidemiológicos asocian a las partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) con daños que incluyen la mortalidad prematura, problemas respiratorios crónicos, visitas a salas de

emergencia y admisiones hospitalarias, agravación del asma, síntomas respiratorios agudos y una disminución en la función pulmonar; lo mismo que en el caso de otros contaminantes criterio, los grupos más afectados son los adultos mayores, los niños y las personas con enfermedades previas. Los adultos mayores son más sensibles a los daños por las partículas porque sus reservas fisiológicas han disminuido con la edad y tienen una mayor incidencia de condiciones cardiorespiratorias, mientras que en los niños el sistema respiratorio se encuentra en desarrollo con regularidad permanecen más tiempo en exteriores; los individuos con problemas cardíacos, respiratorios y los asmáticos son más sensibles a los daños por las partículas. Las partículas más pequeñas representan un mayor riesgo para la población.

NOM

NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM 10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente.

CAMPO DE APLICACIÓN

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de nitrógeno.

ESPECIFICACIÓN

La concentración de partículas menores de 10 micras, como contaminantes atmosféricos, no deben rebasar el limite permisible de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

OBSERVANCIA DE LA NORMA

La Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población. Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

Tabla 43 - NOM-025-SSA1-1993. Partículas de 10 micras. [55]

Debido al tamaño permite que penetren fácilmente hasta regiones profundas en el tracto respiratorio y contienen una gran proporción de metales tóxicos, compuestos orgánicos de gran toxicidad y ácidos. Una gran cantidad de estudios han demostrado la asociación entre la morbilidad y mortalidad diaria y la contaminación atmosférica por partículas suspendidas e incluyen exacerbaciones de asma, incremento en los síntomas respiratorios y cardiacos, decremento en la función pulmonar, incremento en el uso de medicamentos e incremento en la admisión hospitalaria. Se ha reportado que incluso a bajas concentraciones se pueden incrementar los riesgos de bronquitis y otras enfermedades respiratorias.

Sintomatología como tos crónica, bronquitis y otras enfermedades pulmonares podría estar asociada al incremento de los niveles de partículas suspendidas y muy específicamente de las partículas menores a 2.5 micrómetros. Múltiples estudios realizados en Europa (29 ciudades) y en los Estados Unidos (20 ciudades) notificaron efectos de mortalidad a corto plazo de 0.62 y 0.46%, **respectivamente, por exposición a 10 µg/m³ de PM₁₀** como media de 24 horas. Con base en un análisis de la OMS que considera datos de 2000 a 2005, México presenta promedios anuales de PM₁₀ similares a otras ciudades de Latinoamérica.

La comparación con las especificaciones de la norma se observa que no cumple; la zona más afectada es Xalostoc, San Agustín donde las concentraciones del contaminante son peligrosas.

ENTIDAD	ESTACIÓN	CLAVE	Valor Percentil 98 (NOM=210 µg/m ³)	CUMPLE LA NOM
D.F.	Cerro de la Estrella	CES	226	NO
	Merced	MER	396	NO
	Pedregal	PED	256	NO
	UAM Iztapalapa	UIZ	202	SI
EDO. MEX.	Tlalnepantla	TLA	238	NO
	Xalostoc	XAL	769	NO

Tabla 44 - Registros de las Estaciones de Monitoreo SIMAT, Muestran el no cumplimiento de la NOM-025-SSA1-1993 partículas PM₁₀.

ENTIDAD	ESTACIÓN	CLAVE	Valor Percentil 90 (NOM=120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio anual (NOM=50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CUMPLE LA NOM
DISTRITO FEDERAL	Cerro de la Estrella	CES	91	56.1	NO
	Lomas	LOM	91	44.4	SI
	Merced	MER	101	59.3	NO
	Pedregal	PED	68	39.9	SI
	Secretaría de Hacienda	SHA	94	53.1	NO
	UAM Iztapalapa	UIZ	87	50.8	NO
EDO. DE MÉXICO	La Presa	LPR	125	68.7	NO
	Nezahualcoyotl Sur	NTS	90	54.3	NO
	Tlanepantla	TLA	105	62.7	NO
	Xalostoc	XAL	247	105.6	NO

Tabla 45 - Registros de las Estaciones de Monitoreo SIMAT, muestran el no cumplimiento de la NOM-025-SSA1-1993 para partículas PM2.5.

	OMS		US EPA	NOM	
	Percentil 99 24h	Promedio anual	Promedio Trianual del 2° máximo 24h	Promedio anual	Percentil 98 24h
Valor recomendado	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cd. de México 2009*	287 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	169 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	247 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CUMPLE	NO		NO	NO	

Tabla 46 - Comparación de la NOM Material Particulado de 10 micras, con Normas Internacionales.

	OMS		US EPA		NOM	
	Percentil 99 24h	Promedio anual	Promedio Trianual del percentil 98 24h	Promedio Trianual	Percentil 98 24h	Promedio anual
Valor recomendado	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cd. de México 2009*	58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CUMPLE	NO		NO		NO	

Tabla 47 - Comparando la NOM Material Particulado de 2.5 micras, con Normas Internacionales.

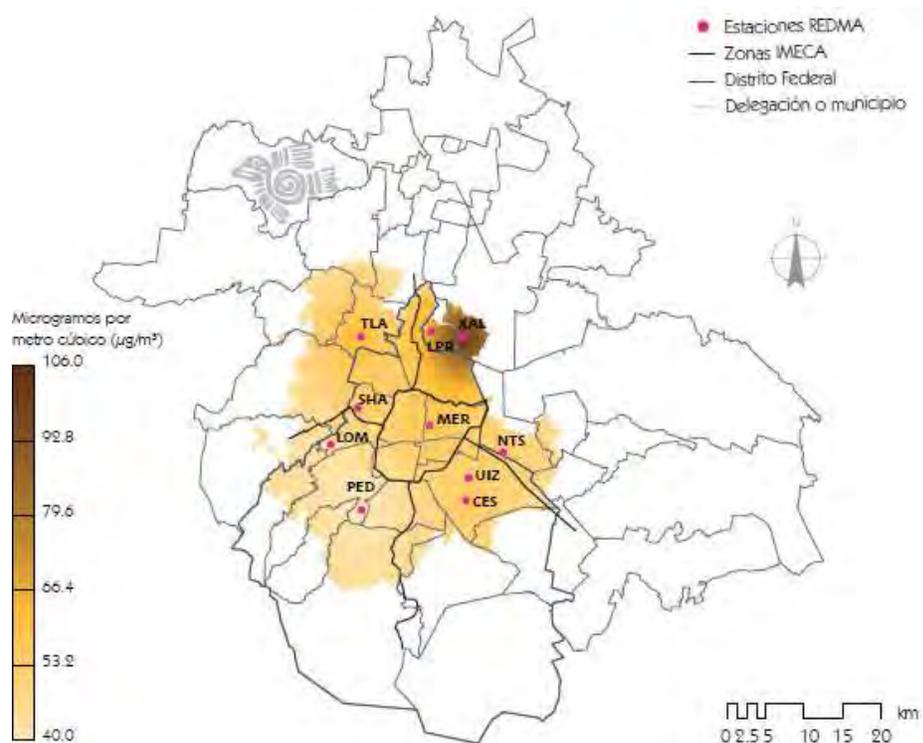


Figura 4.11 Distribución espacial de partículas PM_{10} .

El mapa de la figura 4.11 presenta la distribución espacial de partículas PM_{10} , la zona norte de la Ciudad; Xalostoc, Ecatepec, la zona industrial Vía Morelos donde se observan las mayores concentraciones de partículas suspendidas (PST). [56]

Las partículas de 10 micrones, según la Norma Oficial Mexicana establece $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para 2.5 micrones no hay regulación; el cumplimiento de la norma en la Ciudad de México para 2009 fue negativo como lo muestra la tabla anterior.

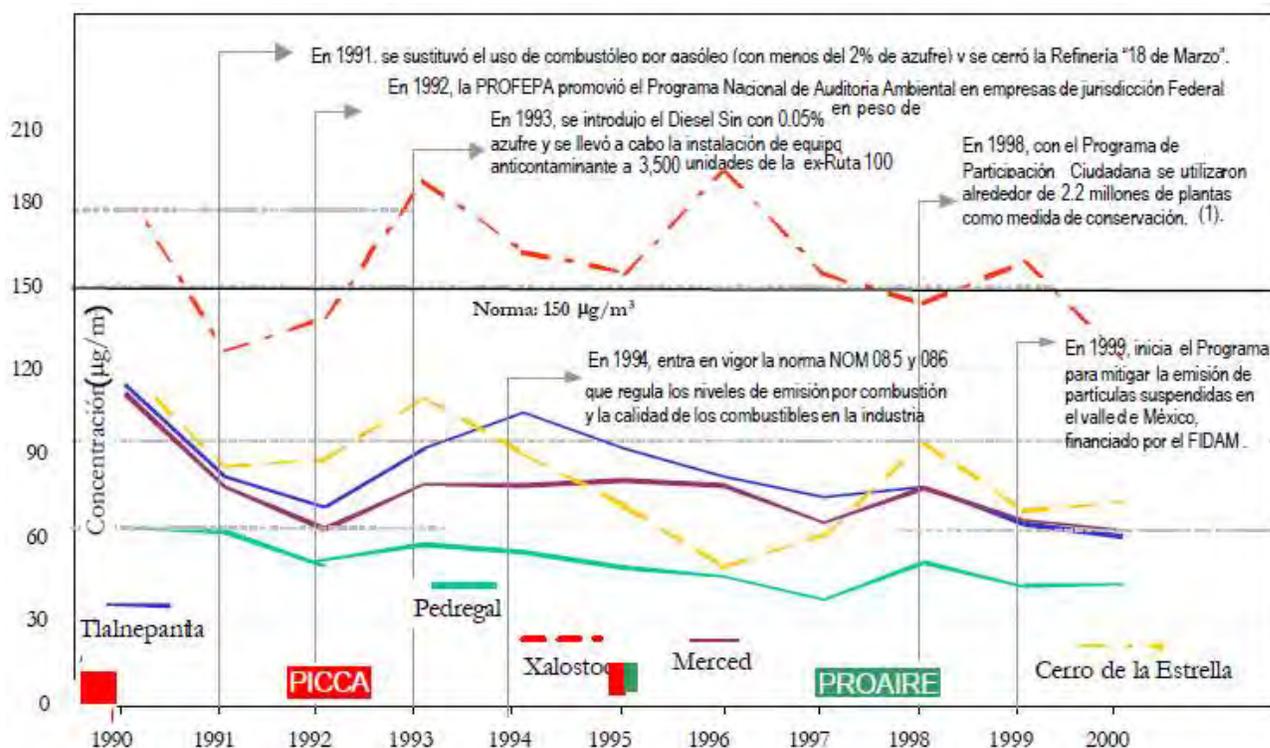


Figura 4.12 Monitoreo de partícula suspendidas PM₁₀ en la ZMVM (fuente PROAIRE).

El gráfico se obtuvo del Programa para Mejorar la Calidad del Aire 2002 – 2010 de la ZMVM (PROAIRE), lo interesante del programa es la serie de medidas que el Gobierno Federal, el Departamento del Distrito Federal, y el Gobierno del Estado de México han hecho en un esfuerzo de colaboración para llevar a cabo el programa; los resultados son verificados por el Sistema de Monitoreo Atmosférico y valorados en su momento; ejemplo, en 1991, la sustitución del combustóleo, el cambio de la de la Refinería 18 de Marzo; en 1992 el programa que inicia PROFEPA en donde aplica la auditoría ambiental a la industria; en 1993 la introducción del diésel limpio de Azufre; en 1994 la aplicación de la NOM 085 y 086 que controla las emisiones de la industria y la calidad de los combustibles; en 1998 la participación ciudadana se plantaron 22 millones de plantas; y 1999 inicia el programa para mitigar la emisión de partículas suspendidas en el Valle de México; toda estas acciones se reflejan en las estadísticas presentadas por la red de monitoreo.

4.11. Norma Internacional

La contaminación de la atmosfera con gases derivados del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón el gas natural y el gas licuado de petróleo; plantean problemas globales; por ello, los Organismos Internacionales como la Organización de Naciones Unidas, las Organizaciones Internacionales de los diferentes países, entre ellos la Comunidad Europea, Canadá, Suecia, Japón,

Brasil y México entre otros; crearon los Foros Internacionales que han dado como resultado dar a conocer la problemática mundial del exceso de consumo de los combustibles fósiles y han derivado recomendaciones como los que se plantean en Agenda 21, El Protocolo de Kyoto, el Foro del Brasil, Canadá y México. Las iniciativas y compromisos de la Comunidad Internacional lograron la orientación de los recursos invertidos en las instituciones como: el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); Organismo Mundial de Meteorología (OMM); Organismo Mundial de la Salud (OMS) que han hecho programas de gran interés para la Comunidad Mundial ejemplo de ello es el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que asesoran a los gobiernos en las decisiones y generación de políticas sobre el medio ambiente; formulan normas y directivas conducentes a resolver la problemática del ambiente.

Los Estados Unidos de Norteamérica contribuyen a la solución de la problemática a través de la institución líder en programas relacionados al ambiente: Environment Agency Protection (Agencia de Protección al Ambiente) que es un referente en la normatividad e investigación del ambiente; los estándares de la EPA son referentes mundiales en programas ambientales.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales mayor preocupación para la salud mundial, las causas que originan la contaminación son diversas; pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias. Sin embargo, por el nivel de la contaminación está influenciado por otros factores. El clima de las regiones influye de manera decisiva en la presencia de contaminantes atmosféricos y los efectos que estos puedan tener. Los vientos, la temperatura de radiación solar modifican de manera drástica la dispersión de contaminantes y la presencia de reacciones químicas que acentúan o atenúan la contaminación.

El incremento de las cantidades de gases y partículas potencialmente dañinas para la salud y el ambiente es de escala global. El desarrollo sustentable se presenta como una alternativa a los modelos que han propiciado degradación del ambiente a partir de búsquedas de respuestas creativas para corregir las fallas y evitar nuevos problemas.

Un órgano asesor importante de los gobiernos en la fijación de estándares y entrega de información para la toma de decisiones que impliquen riesgos es la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta organización ha emitido una serie de directrices o lineamientos referentes a la calidad del aire con el fin de proteger a la población de los efectos negativos de la contaminación. Más que estándares, lo que establece son directrices de contaminación basados en factores

permanente epidemiológico y toxicológicos relacionados con el entorno. Las directrices están dirigidas a proveer una base para proteger a la salud de la población de los efectos nocivos de la contaminación.

4.12. Agencia Americana de Protección al Ambiente (EPA)

La Agencia Americana de Protección al Ambiente (EPA) ha determinado que distintas áreas de 31 Estados Americanos presentan niveles de Ozono ambiental superiores a los estándares establecidos en 1997 de 0,08 ppm durante ocho horas. El valor promedio durante los últimos tres años fue de 0,085 partes por millón (ppm), o mayor. El Ozono ambiental, O_3 , es el principal componente del smog foto químico y se forma cuando los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) y los Óxidos de Nitrógeno NO_x reaccionan químicamente en presencia de la luz solar. Los vehículos a motor, las centrales térmicas y las instalaciones industriales son las fuentes principales de estas emisiones (VOCs y NO_x). El Ozono puede irritar las vías respiratorias, reducir la capacidad pulmonar, agravar el asma, agravar las enfermedades pulmonares crónicas como enfisema y bronquitis, disminuir la capacidad del sistema inmunitario para luchar contra las infecciones bacterianas del sistema respiratorio y, a largo plazo, la exposición puede causar daño permanente al pulmón.

4.13. Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización de Mundial de la Salud se fundó en 1948 con el fin de lograr el nivel de salud más alto posible por medio de la cooperación técnica en materia de salud entre las naciones; la aplicación de programas para combatir y erradicar las enfermedades y mejorar la calidad de vida y con ello reducir el exceso de mortalidad, morbilidad y discapacidad con especial énfasis en las poblaciones pobres y marginadas, promover estilos de vida saludables y reducir los riesgos para la salud y desarrollar sistemas de salud más justos y eficaces que sean financieramente más equitativos.

En Sector del Medio Ambiente ha formulado directivas que son referentes para la comunidad internacional y la finalidad es garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Como meta plantean la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente.

Las Directivas de la OMS son referentes mundiales para la regulación de los problemas ambientales; existen programas que cubren las actividades a nivel mundial, una de las iniciativas de cooperación entre el Centro Panamericano de

Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Chile han establecido como objetivo: ofrecer a los países de la Región un marco de referencia para el establecimiento de Normas de calidad de aire en exteriores. Para la presente investigación resulta un elemento de comparación de lo que está ocurriendo en los países de América Latina.

4.14. Estudios OMS, CEPIS y OPS

En la Región Metropolitana se han observado altos niveles de contaminación atmosférica los cuales obedecen a una serie de factores: elevados niveles de emisión de contaminantes producto de la creciente actividad económica; un progresivo deterioro del transporte originado en la extensión y segregación funcional de la Ciudad; condiciones geográficas y meteorológicas desfavorables para una adecuada dispersión de contaminantes.

La situación anterior se observa en Chile. En la ZMVM se observa algo parecido la dispersión de los contaminantes es difícil y los parámetros que se elevan por encima de las normas son el Ozono, los NOx, COx y el material Particulado (PM10 y PM2.5); los criterios recomendados en el informe son aplicables.

La participación de los organismos internacionales ha sido un factor decisivo para encarar la problemática de la contaminación por el uso y manejo de combustibles. La tabla 08.- Cronología comparativa de las recomendaciones de OMS, USEPA, y NOM (Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal; Calidad del Aire en la Ciudad de México, Informe 2009; soporta estos hechos de cooperación con los países de América Latina).

RIESGO EN MANEJO Y USO DE HIDROCARBUROS EN EL MEDIO URBANO

CAPÍTULO V RIESGOS

Capítulo V: Riesgos

El riesgo es un peligro inminente ocasionado por acciones extremas de las fuerzas naturales o antropológicas que causan daños: a las estructuras urbanas, propiedades y bienes, afectando la salud y seguridad de las personas; en los eventos la amenaza está presente y los peligros aún no han sido consumados; pero, tienen la probabilidad de que éstos ocurran en cualquier instante. Los objetos expuestos como estructuras físicas y personas tienen diferentes capacidades para enfrentar las situaciones, por ello, deben establecerse medidas preventivas, regulatorias y los medios para evitar las catástrofes que pueden ocurrir.

Para tales efectos se establecen los procedimientos, normas y criterios que deben ser aplicados, considerando los principios básicos de la teoría del riesgo. Los aspectos son de utilidad para formular el modelo de evaluación de la probabilidad de ocurrencia del peligro en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Los criterios de variación del modelo son: Amenaza, Vulnerabilidad, el crecimiento urbano, la ubicación de la población, el consumo, así como el manejo y el almacenamiento del combustible. Los peligros son analizados bajo la perspectiva de la teoría del riesgo, y son medibles en términos de probabilidad. Los daños son evaluados en términos monetarios, así como también en pérdidas de vidas.

5.1 El Modelo

La problemática del desastre debe ser enfocada bajo las siguientes premisas: PreVENCIÓN: son todas las acciones dirigidas a evitar las amenazas socio-naturales, que se presentan con la agresión a las personas y a las instalaciones urbanas. MITIGACIÓN: son todas las actividades dirigidas a disminuir los factores de vulnerabilidad física, ecológica, económica y social, para atenuar los efectos de la amenaza, así como el Tiempo de Exposición, la Intensidad del Peligro y el Manejo del Desastre que comprenden los programas y la logística para la preparación de la emergencia, la atención del desastre, la rehabilitación y la reconstrucción. El modelo debe atender todas estas áreas para prevenir y evitar los riesgos.

El desastre es una emergencia derivada de la acción de las fuerzas naturales aunada a la depredación del hombre sobre los recursos y que tienen consecuencias excepcionales, tales como pérdida de vidas, perjuicios en la infraestructura física y de servicios; así como pérdida de bienes materiales en grado tal que se vea afectado el proceso de desarrollo económico, social, político y urbano de la comunidad.

En consecuencia, el desastre es un fenómeno socioeconómico, una situación crítica de la vida cotidiana que interrumpe provisoriamente el funcionamiento de las estructuras y actividades comunitarias.



Figura 5.1 Escenario del riesgo.

El riesgo se relaciona con la presencia de condiciones que pueden llegar a provocar un desastre. Pero lo importante es saber que el riesgo puede convertirse también en oportunidad de desarrollo.

El análisis de riesgo tiene como objetivo identificar los escenarios, o zonas peligrosas en el ambiente donde el uso de suelo y tierras colocaría a las estructuras en peligro o riesgo de ser dañado o destruido.

El territorio expuesto es la ZMVM donde ocurren amenazas promovidas por el desarrollo urbano y poblacional; en él se presentan los efectos de las variables como las amenazas y la vulnerabilidad del territorio que ponen en riesgo la salud y propiedades de los habitantes; los peligros asechan dado que el estilo de vida y la producción de los bienes y servicios demandan el uso intensivo de energía. El potencial de desastre que amenaza el desarrollo en la ZMVM debe ser analizado y tener los diagnósticos posibles para actuar. Por ello se requiere identificar las amenazas que actúan sobre la población.

El transporte, almacenamiento, distribución de los combustibles son actividades de alto riesgo; por ello las instituciones de normalización y organizaciones gubernamentales formulan leyes, reglamentos, normas y procedimientos que controlan la actividad y protegen al consumidor; la normatividad tiene su origen

en la experiencia y conocimiento técnico y científico, por lo que debe ser observada para la protección de la comunidad; por ese hecho, los gobiernos y la sociedad tienen la obligación de educar y hacer cumplir la normatividad.

Las amenazas en la ZMVM debido al uso y manejo de los combustibles tienen consecuencias en la salud de los habitantes que se traducen en pérdidas económicas, deterioro del equipamiento urbano, enfermedades y defunciones. El territorio cuenta con depósitos de acopio de hidrocarburos en zonas urbanas que no cumplen la normatividad exigida por los órganos internacionales y los habitantes son expuestos a peligros potenciales que de ocurrir el riesgo se convertirían en tragedias, con la consecuencia de pérdidas de vidas y propiedades.

Los usos de gasolina, diésel, y combustibles son utilizados en grandes proporciones y se observa que los consumos van al alza, dado que los grandes consumidores como el parque vehicular, la zona industrial, los hogares, y las termoeléctricas exigen mayores volúmenes de combustibles; por ello las emisiones contaminantes también siguen en aumento.

El territorio de la ZMVM por su altitud y accidentes orográficos son lugares de alto grado de vulnerabilidad, situación que favorece el riesgo y por tanto, la exposición continua de las instalaciones a este tipo de agresiones ocasiona daños irreversibles a las personas. La evaluación del riesgo permite cuantificar los daños y establecer acciones y programas de mitigación.

5.2- Catástrofe

Los riesgos no significan la destrucción; si así lo fueran el temor haría presa de las empresas de seguros y no habría negocios en el área; sin embargo, los peligros amenazan con la destrucción; el temor se da donde la confianza de la seguridad termina y deja ser importante cuando ocurre la catástrofe. El concepto queda determinado por un estado intermedio entre seguridad y destrucción, donde la percepción de los riesgos determina la acción.

El concepto⁴⁶ [57] «sociedad del riesgo» es la percepción cultural y la definición lo que constituye el riesgo. El «riesgo» y la «definición (pública) del riesgo» son uno mismo. La interpretación de la realidad de «ya-no-más-pero-todavía-no» (ya no más confianza/seguridad, pero todavía no destrucción/desastre) es la expresión genuina del concepto y lo que lo hace un sistema de referencia público.

⁴⁶ Ulrich Beck Institut für Soziologie Ludwig Maximilians Universität (München). Retorno a la teoría de la «sociedad del riesgo»

La sociología del riesgo reconstruye un suceso tecno-social a partir de su inmaterialidad. Cuando los riesgos son considerados como reales, las instituciones comerciales, políticas, científicas y la vida en común entran en crisis.

De acuerdo con lo anterior, el concepto de riesgo, considerado científicamente (riesgo=accidente x probabilidad), toma la forma de cálculo de las probabilidades. **Thom y Zeeman, aplicaron la "Teoría de Catástrofes"**⁴⁷ [58] a la geografía, los fundamentos de ella fueron establecidos en los años 60. Es una teoría de tipo matemática, cualitativa y define las catástrofes como cambios rápidos entre dos estados estables,⁴⁸ [59] y sus aportes conceptuales y metodológicos para abordar mejor el análisis de las catástrofes naturales.

Vide, en (1993), aplicó esta teoría a la ocurrencia de catástrofes climáticas. En sus trabajos, definió una catástrofe como cualquier transición discontinua en un sistema con más de un estado estable, donde la catástrofe, precisamente, corresponde al salto de un estado a otro. La discontinuidad (o catástrofe) es el producto, tanto de un fenómeno natural extremo, como de una inadecuada relación del hombre con el medio, la catástrofe se origina cuando no se relaciona armónicamente con la naturaleza.⁴⁹ [60]

La "Teoría de Catástrofes" de Anguita, en 1993, define los riesgos naturales y la interacción del hombre con el medio geológico. Entiende el riesgo como un fenómeno eminentemente natural que se transforma en catástrofe cuando el hombre efectúa una intervención inadecuada en el medio, sea por la localización de zonas urbanas en sectores de alto riesgo o por la construcción de infraestructuras con mínima capacidad de resistencia, frente a eventos o peligros naturales determinados.

A la definición de catástrofe, planteadas por Zeeman y Thom, Anguita agrega el concepto: **"umbrales o tiempo de relajación corto"**. **Las causas que agravan los efectos de eventos naturales son variadas y dependen del disparador del fenómeno.**

⁴⁷ Martin Vide, J. La Teoría de Catástrofes y la Geografía: aplicaciones en Climatología.

⁴⁸ Anguita Virella, F & Moreno Serrano, F. *Procesos Geológicos Externos y Geología Ambiental*.

⁴⁹ Sanhueza, C. & Vidal, C. *Análisis integrado de los riesgos naturales en la ciudad de Concepción*.

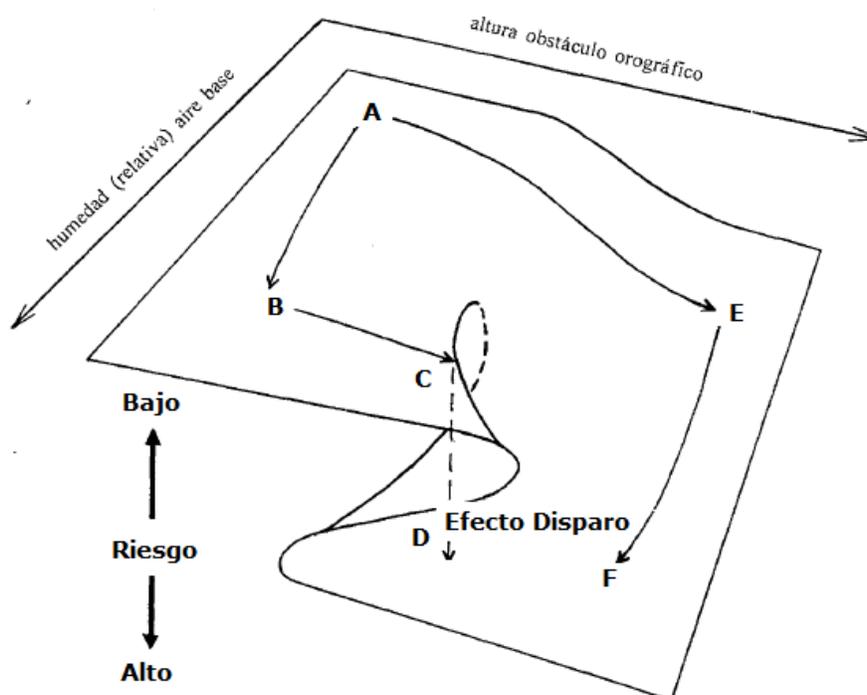


Figura 5.2 Aplicación de la Catástrofe "Disparo"

La figura muestra la discontinuidad; tiene dos variables Factor de Control 1 y Factor de Control 2 que corresponden a los ejes (xy), y el eje (z) que adquieren valores de resultados alto riesgo y bajo riesgo

A la luz de la teoría de la catástrofe se pueden interpretar los fenómenos climatológicos; por ejemplo, el ascenso vigoroso de la masa de aire con gradientes térmicos verticales que ocasionan la inestabilidad atmosférica del lugar; al subir por la altura del obstáculo orográfico representada por el eje (x) medidos en metros determina la altitud de la masa gaseosa y la humedad relativa del aire en el eje (y) medida en % de vapor agua en el aire como lo muestra la figura; la partida desde el suelo controlado por la altura del ascenso del aire, con variación indicada por la figura 60. El primer caso, cuando la humedad relativa del aire junto al suelo es muy baja y la altura del obstáculo orográfico se incrementa, el ascenso será modesto; con relación a la altura del relieve, dado que el aire, aun sometido a la elevación forzada por la temperatura del valle, no alcanzará la saturación dado que es muy seco y descenderá, tras sobrepasar el obstáculo. El hecho se representa en el gráfico por la trayectoria AE e ilustra el caso; por otra parte la trayectoria EF refleja el hecho de que el aire húmedo, a igualdad de condiciones de presión y de temperatura, dado que

retiene mayor energía de calor tiene mayor capacidad de expansión con lo que puede elevarse más fácilmente que éste.

Si por el contrario se parte de un aire muy húmedo junto al suelo, con un pequeño ascenso alcanzará la saturación y se desencadenará una elevación termodinámica no forzada que, si es vigorosa y tiene grandes desarrollos nubosos convectivos, manifestaciones tormentosas aparatosas y repercusiones pluviométricas violentas, habrá que calificarlo como el efecto disparo representado por la trayectoria BCD.

Es tanta la diferencia en las manifestaciones atmosféricas de las trayectorias AE y BCD, tanta la discontinuidad del comportamiento atmosférico, que el efecto disparo al margen de las consecuencias hídricas a veces dañosas, se vuelve en un cambio súbito de estado de las condiciones y convierte en una catástrofe y en estas condiciones aplica de la teoría de Zeeman y Thom.

5.3- La Teoría de la Catástrofe Aplica a la ZMVM.

La teoría aplica a los accidentes, dado que después del evento las condiciones son totalmente diferentes. El concepto es aplicable, en la figura 15, donde se muestra un corte transversal de la ZMVM. El lugar está rodeado de montañas, por ello en la temporada de lluvias la parte central se carga de humedad ésta sube por convección debido a la energía por radiación del sol que eleva la temperatura y produce las corrientes térmicas y las montañas ayudan al ascenso al encontrar un cambio súbito de temperatura debido a la altura, se produce el disparo que ocasionan las tormentas y algunas veces con fuertes granizadas de consecuencias desastrosas para cultivos y personas.

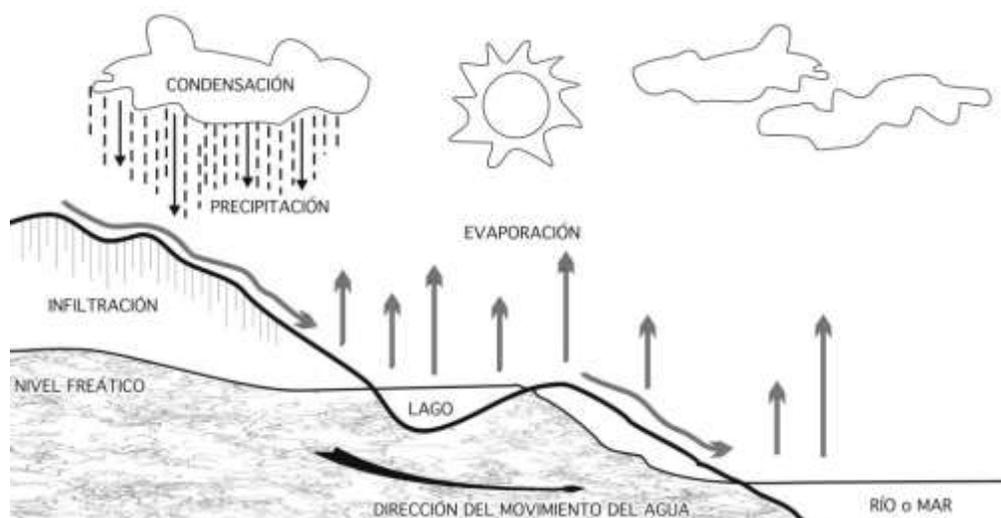


Figura 5.3 Ciclo Hidrológico. (Fuente propia)

Sin embargo el fenómeno reporta grandes beneficios para la ZMVM, dado que trae consigo millones de metros cúbicos de agua que recargan los acuíferos; el evento ocurre en la temporada de lluvias debido al arribo de corrientes de aire cargadas de humedad desde el Golfo de México y del Pacífico que concurren en la cuenca y que traen consigo grandes masas de humedad que finalmente caen en forma de lluvia, granizo y nieve en las montañas altas como el Iztaccíhuatl, el Popocatepetl, y el Ajusco donde toda el agua escurre y al final se depositan en la Cuenca del Valle de México.

Las lluvias ayudan al lavado de la atmósfera, disuelven los contaminantes arrojados al ambiente por la actividad urbana y los depositan en el suelo mediante un proceso denominado meteorización que es el proceso de formación de carbonatos y sales, que finalmente se convierten en rocas, la actividad es un proceso natural milenario de los eventos geológicos de la tierra.

El fenómeno totalmente puede ser reproducido para los efectos de limpieza de la atmosfera en la ZMVM, mediante una distribución planeada de bosques y cuerpos de agua estratégicamente distribuidos en el espacio de su territorio.

El territorio de la ZMVM al paso del tiempo ha sido drásticamente modificado, su historia geológica reporta una cuenca cubierta de agua, que ha ido perdiendo su estado lacustre desde la colonia hasta su época moderna; la actividad urbana se ha encargado de disecar sus cuerpos de agua para convertirlos en una plancha de asfalto y periferias áridas con escasa vegetación. Por ello, es urgente recuperar los bosques y lograr mayores Índices de Sustentabilidad.

Los gobiernos y la sociedad tendrán que trabajar arduamente en el área de la prevención y planeación, estableciendo tanto políticas como programas que privilegien la plantación y mantenimiento de zonas boscosas y cuerpos de agua con una distribución armónica en todo el territorio de la zona; con tal efecto se logran ambientes húmedos que promueven las lluvias convectivos que son verdaderas lavadoras de la atmósfera.

Los grandes consumidores del combustible fósil producen el tonelaje de contaminantes tóxicos para mantener el desarrollo económico, y la baja capacidad que tiene la cuenca para desalojar los contaminantes, produce un ambiente altamente peligroso para la sustentabilidad de la vida en el lugar y debe encender una alerta para los habitantes de la ciudad. De la misma forma pone al descubierto las condiciones de vulnerabilidad de las personas, comunidades y del medio ambiente. La advertencia es que existe una amenaza para sus vidas, con la probabilidad de causar daños a las estructuras físicas, sociales o económicas que vulnera la capacidad de resistencia y recuperación.

El riesgo es resultado de la coexistencia en una localidad, de la amenaza y de la vulnerabilidad (en un momento dado y en un espacio determinado). Es la probabilidad de que ocurra un desastre.

Por otra parte un peligro inminente de corto plazo para la ZMVM se presenta durante la temporada seca caliente (marzo, abril y mayo) cuando concurren los eventos de una baja humedad relativa (10 %) ocasionando resequedad en el ambiente con los desprendimientos de partículas en las edificaciones produciendo volúmenes importantes de polvos; el incremento del consumo de combustible por la fuerte demanda de la industria, parque vehicular, el transporte, las termoeléctricas y los hogares domésticos ocasionando cantidades importantes de emisiones tóxicas que envenenan el ambiente. La radiación solar conjuntamente con los gases invernadero (COx , NOx , SOx, CH4) tiene una mayor capacidad de retención del calor por su calor específico que es mayor a la del aire; tiende a formar un domo de estos gases en la parte superior de la cuenca ocasionando un cierre hermético formando una cámara de gases tóxicos con consecuencias fatales para la población de la ZMVM; lo anterior al parecer suena a ficción; pero desafortunadamente esto ya sucedió en Londres diciembre de 1952.

5.4 Modelo de evaluación.

Como se cita en los puntos anteriores en los riesgos, la primera tarea consiste en la identificación de los peligros y su valoración. Al aplicar la función del riesgo se establece la siguiente ecuación:

$$\%R = K (\Sigma VA / \Sigma T) 100$$

$$K = R / (\Sigma VA / \Sigma T)$$

La fórmula establece un porcentaje de probabilidad de ocurrencia del riesgo (% R), la constante (k) es una magnitud que relaciona el clima con los eventos reportados en las bases estadísticas del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT), la validación de los datos han sido constatados durante años. Para el efecto se formula la tabla de valores que es determinada por la temporada (Lluvia, Fría Húmeda, y Caliente Seca), luego se elige el riesgo (Lluvia Ácida, Inversión Térmica, Isla de Calor, Tolvanera, y Ozono) después la ubicación (Norte, Poniente, Oriente, Sur y Centro). En la tabla siguiente se contienen los valores tomados de la base de datos y calcula el cociente **($\Sigma VA / \Sigma T$)** que es las sumatoria de la amenaza por la vulnerabilidad en condiciones actuales como

datos de entrada estos son divididos entre la totalidad de amenazas y vulnerabilidades en condiciones extremas; es decir, en condiciones críticas. El resultado de 100% es un evento seguro y 0 % es un evento remoto

EVENTO	DESCRIPCIÓN
Inversión Térmica (IT)	El efecto es de un invernadero, y es una trampa que obstaculiza la dispersión de los contaminantes. En la ZMVM es frecuente en los meses de diciembre, enero, y febrero.
Islas de calor (IC)	Masas de aire caliente que son láminas formadas por condiciones estacionarias del clima al desplazarse ocasionan elevadas temperaturas en forma instantánea, con las consecuencias en la salud.
Lluvia Ácida (LLA)	Agua de lluvia con pH menor a 7, quema la materia orgánica.
Tolvaneras (TOLV)	Grandes masas de aire con finas partículas de materiales, polvos, hollín, polen, sólidos en suspensión que son arrojadas por los vientos.
Ozono (O ₃)	Presencia de gases irritantes provocado por iones NO _x , CO _x ; Vapores de Hidrocarburos y el efecto fotoquímico de la radiación solar.

Tabla 48 - Eventos del Riesgo

TEMPORADA	LUGAR	IT - R	LLA - R	TOLV - R	O ₃ - R	IC - R
LLUVIA Julio Agosto Septiembre y Octubre	NORTE	0	1	0	0	0
	ORIENTE	0	1	0	0	0
	CENTRO	0	1	0	0.5	1
	SUR	1	1	0	0.5	0
	PONIENTE	1	1	0	0.5	0
FRÍA-HÚMEDA Noviembre Diciembre Enero y Febrero	NORTE	1	0	0	0.5	0
	ORIENTE	1	0	0	0.5	0
	CENTRO	1	0	0	1	0
	SUR	1	0.5	0	1	0
	PONIENTE	1	0.5	0	1	0
SECA-CALIENTE Marzo Abril Mayo y Junio	NORTE	0.5	0	1	1	1
	ORIENTE	0.5	0	1	1	1
	CENTRO	0.5	0	1	1	1
	SUR	0.5	0	1	1	1
	PONIENTE	0.5	0	1	1	1

Tabla 49 - Constante K para temporada y lugar en la ZMVM

También la constante K es un parámetro que establece la igualdad de la ecuación a efecto de evaluar el riesgo; la fórmula de probabilidad relativa a los eventos

es determinada por condiciones climáticas y se basa en la temporalidad de la época de lluvias, la temporada fría seca, y la temporada seca caliente, dado que la probabilidad de ocurrencia del riesgo del evento está en función del clima y las variables citadas. La medición es expresada en valores nominales que se correlacionan con los daños ocasionados a la infraestructura y en número de personas damnificadas.

El termino **(ΣT)** es el producto de VA en las condiciones pésimas ocurridas en la ZMVM de acuerdo a datos de la tabla 35 se reporta el 80 % en promedio de ocurrencias fuera de la especificación límite de NOM que exponen la protección de la seguridad y salud del usuario; sin embargo en las peores condiciones toma el valor de 1.0, es decir que el evento siempre ocurrirá

5.5 Amenaza.

El riesgo tiene tres elementos básicos para medir causas, efectos y consecuencias; el primero es la amenazas con la intensidad de la agresión sobre las estructuras urbanas y las personas; el segundo es la capacidad de las estructuras y la comunidad para resistir la agresión; y el tercero el tiempo de exposición de la agresión y la capacidad de las estructuras para resistir la agresión. Por ello es necesario acudir a los factores causantes del peligro. Los factores: Urbano, Población, emisiones de gases que producen el O₃, combustible, y Movilidad, entre otros son los causantes de las agresiones al medio ambiente; por ejemplo el factor Urbano y Poblacional demandan superficies para los predios de los asentamientos urbanos, la infraestructura para el equipamiento y los servicios.

AMENAZA	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	CONTRIBUCIÓN
A ₁	urbano	0.427	0.134
A ₂	Población	0.587	0.184
A ₃	Tóxicos	0.230	0.072
A ₄	Combustible	0.600	0.189
A ₅	Movilidad	0.440	0.138
A ₆	Ozono	0.898	0.283
TOTAL		3.182	1.000

Tabla 50 - Amenazas.

No Amenaza Magnitud Agresión A1 Urbanización Hectáreas La tasa de construcción de vivienda y equipamiento urbano en zonas no aptas que alteran

la seguridad y ponen en riesgo la integridad de las personas. El efecto el crecimiento sin límite de la mancha urbana.

5.5.1 La Mancha Humana.

La ZMVM sigue teniendo un alto crecimiento poblacional; por tal motivo ha provocado un alto desarrollo económico, mismo que tuvo su mayor evidencia en la década de los 30, 40 y 50, se le conoció como el milagro mexicano. El fenómeno alcanzó su equilibrio entre la población urbana y la rural en la década de los 60, desde ese entonces hasta el 2010 su población casi se triplicó.

El crecimiento desbordante de la población ha tenido efectos en los asentamientos urbanos. Los requerimientos de terrenos para la construcción de vivienda son altamente demandados, es por ello que las invasiones a zonas como: barrancas, arroyos, vías de carreteras, vías del ferrocarril, ductos de Pemex, debajo de torres de conducción eléctrica, reservas territoriales y zonas protegidas por los bosques constituyen escenarios de riesgo que se convierten en verdaderas zonas de peligro.

Los asentamientos crecieron sin orden alguno, violando todos los reglamentos. Sin embargo con el tiempo se han ido regularizando, pero los peligros continúan latentes sobre ellos; a este fenómeno se le denominó Mancha Urbana que es representada por los factores de población y urbanización

AÑO	Población (MILES)	Superficie (Ha)	Densidad (Hab/ Ha)
1950	2,953	22,960	129
1960	5,125	41,010	125
1970	8,816	38,260	129
1980	12,333	105,660	117
1990	15,047	121,320	124
2000	18,210	145,000	125
2010	20,533	162,690	126

Tabla 51 - Proyecto para el diseño de una estrategia integral de gestión de la calidad del aire en el Valle de México, 2001-2010. MIT, 2000. (Fuente: Covarrubias, 2000)

La tabla anterior muestra el historial de crecimiento poblacional y la superficie cubierta por los asentamientos urbanos, los datos confirman la demanda por el

uso del suelo de la población, el problema de vivienda sigue siendo un conflicto grave en la ciudad.

AÑO	Área Urbana (HECTÁREAS)	% Acumulado	Incremento
1950	28,568	17.559	17.559
1960	43,638	26.822	9.263
1970	74,632	45.873	19.051
1980	107,973	66.367	20.494
1990	133,680	82.168	15.801
2000	147,928	90.926	8.758
2010	162,690	100.00	9.074

Tabla 52 - Incremento de la superficie urbana durante 1950 al 2010.

Los datos muestran el fuerte crecimiento urbano en la década de los 70, 80, y 90, donde las áreas de conservación territorial fueron altamente invadidas. Se devastaron bosques y se construyeron planchas de pavimento que obstruyeron la filtración natural de las lluvias, que trajo consigo el abatimiento de los mantos freáticos con consecuencias fatales como el hundimiento, fracturas del terreno y la desaparición de las zonas lacustre y humedales de la ciudad. La mancha urbana es una consecuencia del alto crecimiento poblacional, de las migraciones de la población rural y del flujo de emigrantes de los países del sur, por lo que ha sido un factor de inestabilidad que amenaza con romper el equilibrio y la depredación del ambiente.

Los asentamientos desde 1950 a 2010 muestran que la superficie urbana ha crecido 5.7 veces y la población en el mismo periodo ha crecido 7 veces; por lo tanto existe una fuerte presión en la demanda de tierras para la urbanización es decir un 9% que representa 1500 ha/año.

La ZMVM tiene municipios y delegaciones con altas densidades de población: Ecatepec con 1,688,258 habitantes, 15,540 ha y densidad de 108 hab./ha; Iztapalapa con 1,820,888 habitantes, 11,350 ha y densidad de 160 hab/ ha; Gustavo A. Madero con 1,193,161, 8,810 ha y densidad de 135 hab/ha; Netzahualcoyotl 1,140,528 habitantes, 6,340 ha y con densidad 180 hab./ ha; estos lugares de alta marginación se ubican por el norte y oriente de la ZMVM.

El factor mancha urbana es una amenaza, dado que no cumple con la normatividad, los asentamientos urbanos son irregulares, las distancias mínimas del área del peligro son de alto riesgo.

$$\text{Factor AUrbana} = (8.758)/(20.494) = 0.427$$

$$X_{\min} = 8.758; \quad X_{\max} = 20.494 \quad A_{\text{Urbana}} = 0.427 \quad \text{Rango} = 11.736$$

La mancha urbana representada por los asentamientos y la población; el aumento de la variable genera una mayor amenaza que se traduce en mayor riesgo.

Los índices que reporta el factor población muestran una alta correlación con los asentamientos urbanos; lo que significa que si las políticas de urbanización y de población no se modifican, la mancha urbana seguirán creciendo.

AÑO	Población (MILES)	% Acumulado	Diferencia (MILES)	Diferencia %
1950	2,953	14.38	-	-
1960	5,125	24.95	2,169	10.57
1970	8,816	42.93	3,691	17.98
1980	12,333	60.06	3,517	17.33
1990	15,047	73.28	2,714	13.22
2000	18,210	88.68	3,163	15.40
2010	20,533	100.00	2,323	11.32

Tabla 53 - Incrementos de la Población

$$X_{\min} = 10.57 \quad \text{Factor Apoblacional} = (10.57)/(17.98) = 0.587$$

$$X_{\max} = 17.98 \quad \text{Factor Amancha Urbana} = (0.427 + 0.587)/2 = 0.507$$

$$\text{Rango} = 7.41$$

La importancia de las variables población y urbana es notable, dado que la población es un demandante natural de insumos y servicios de todo tipo, por ello, los requerimientos normativos y regulatorios son indispensables

5.5.2 Tóxicos (PM10 , PM2.5)

El factor emisión es ocasionado por el uso excesivo de combustible en las termoeléctricas, fábricas, autos, camiones y los hogares, así como también por los residuos de incendios, el polvo de los predios, basureros a cielo abierto entre otros. Los elementos causantes de la contaminación son sólidos y moléculas de líquidos, estas están constituidas por partículas muy pequeñas denominadas PM10 y PM2.5, así como por sólidos en suspensión. La contaminación es difícil de evacuar fuera del valle dado a las características de vulnerabilidad de la zona. La NOM especifica **150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas, el lugar de mayor**

peligro es Xalostoc donde se ha alcanzado una concentración de 769 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobrepasando en 5 veces el límite especificado; lo que implica un peligro inminente para los habitantes de Ecatepec.

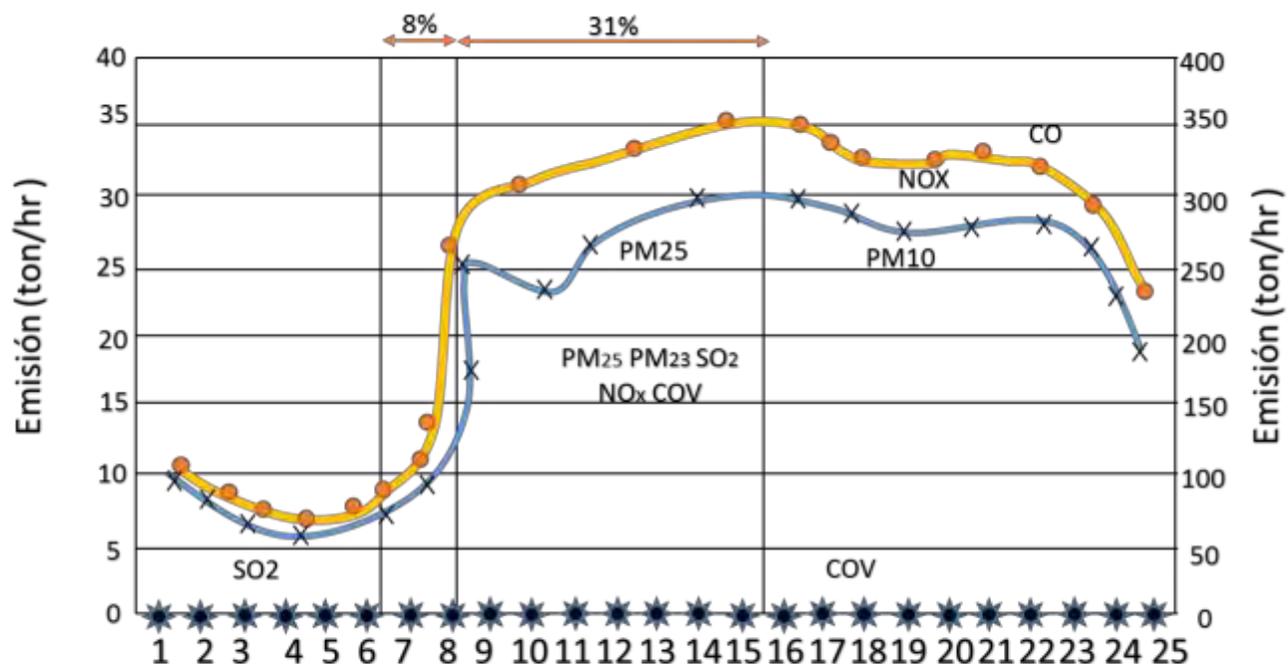
EMISIONES POR FUENTE MÓVILES (ton/año)								
TIPO DE VEHICULO	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COT	COV	HN
Autos particulares	391	211	678	369,794	26,700	33,636	30,991	1,355
Taxis	121	64	227	76,804	7,538	7,111	6,551	457
Combis	5	3	10	8,486	8,486	1,309	1,204	19
Microbuses	31	16	47	80,756	80,756	13,166	12,209	155
Pick Up	14	8	24	11,067	11,067	1,419	1,312	33
Vehículos hasta 3 ton.	30	22	23	3,788	3,788	538	504	7
Tractocamiones	1,323	1,064	176	13,720	13,720	10,582	10,111	17
Autobuses	673	541	312	15,400	15,400	3,969	3,778	15
Vehículos más de 3 ton.	427	339	100	41,248	41,248	5,403	5,044	45
Motocicletas	90	52	61	107,443	107,443	10,709	10,007	28
TOTAL	3,105	2,320	1,658	728,506	728,506	87,842	81,711	2,131

Tabla 54 -- Factor contaminante. Fuente Secretaría del Medio Ambiente del DF. Reporte Inventarios 2006 Fuentes Móviles.

La tabla 54 totaliza la cantidad de 1,635,779 ton/año, los óxidos como los Nox, Sox y los hidrocarburos crudos en presencia de la radiación solar actúan como precursores del Ozono, además los compuestos volátiles provenientes de los hidrocarburos derivados de los bencenos son los más comprometedores para la salud.

Los datos muestran valores preocupantes en partículas emitidos por los tractocamiones y los automóviles particulares que contribuyen con emisión de partículas tóxicas como los sulfuros que son compuestos de azufre con óxidos metálicos que producen reacciones alérgicas y enfermedades cardiovasculares.

Otro dato preocupante son los COT, COV, Nox, y los Cox que son los promotores del O₃



Perfil horario de las emisiones de fuentes móviles en la ZMVM

Tabla 55 - Emisión de contaminantes horaria

La tabla muestra el nivel más bajo de emisiones a las 4 AM de 7 Ton/Hora y a las 11 AM registra un máximo de 30 Ton/Hora. Por ello se recomienda no exponerse a la radiación solar desde las 10:00 horas hasta las 17:00 horas.

$$\text{Factor } A3 = 7/30 = 0.23$$

$$X_{\min} = 7 \text{ Ton/Hora}$$

$$X_{\max} = 30 \text{ Ton/Hora}$$

$$\text{Rango} = 27 \text{ Ton/Hora}$$

Los tóxicos que mayor daño ocasionan a las personas son las PM2.5 por el hecho que el tracto respiratorio no las atrapa si no que penetran hasta las cámaras pulmonares y de ahí al torrente sanguíneo con las consecuencias en la salud.

5.5.3 Combustible.

El desarrollo económico de la ciudad tiene como limitante el consumo de los energéticos, el contar con ellos es condición necesaria y estratégica

para conservar el equilibrio en lo social, político y económico; por ello es imprescindible que se tenga un sistema seguro de almacenamiento y distribución del combustible que le permita minimizar los riesgos de fuga, explosiones e incendios en las zonas urbanas de la ciudad.

El capítulo III muestra la ubicación de las centrales de almacenamiento en la ciudad, todas ellas se encuentran inmersas en la ciudad rodeadas por los asentamientos urbanos, con los peligros que pueden ocurrir en caso de una deflagración como lo ocurrido con la Terminal de Almacenamiento y Distribución San Juan Ixhuatepec.

La Terminal de Almacenamiento y Distribución de Añil también tiene zonas de riesgo por la parte sur a escasos 200 m se encuentran los asentamientos de vivienda.

El sistema de almacenamiento fue instalado en la década de los 40, 50 y 60 en ese entonces la zona era apropiada; sin embargo con el tiempo y sin ningún control regulatorio para el asentamiento de la vivienda los colonos se posesionaron y el lugar fue cubierto por el efecto mancha urbana.

El transporte se efectúa desde la TAD Azcapotzalco a las respectivas Terminales como : Aeropuerto, Añil, San Juan Ixhuatepec y Barranca del Muerto, todas ellas conectadas a través de ductos, sistema de transporte que resulta más económico y más seguro siempre y cuando cumpla con la normatividad aplicable. El riesgo se acentúa por la escasa información de la ubicación ya que estos van al lado de las edificaciones por las banquetas y en algunos casos se fincan sobre ellos, los postes de señalización están deteriorados, los desfuegos para control de las contrapresiones de las exhalaciones se hacen a la atmosfera. Aunque el riesgo existe, por fortuna son pocos los accidentes en la ciudad ocurridos por explosiones; no ha sido lo mismo en los ductos que llegan a la ZMVM en los que se han presentado serios derrames, fugas, explosiones e incendios.

El transporte más caro y riesgoso es el que se realiza por pipas de doble tanque que circulan por la ciudad que transportan el combustible desde la refinería hasta algún depósito ubicado en alguna fábrica o central de abasto.

Aquí si se han presentado accidentes lamentables como el ocurrido en el puente negro en la carretera México-Pachuca en el mes de mayo del presente año.

El criterio para valorar el factor combustible depende de los incrementos en el uso, que los consumidores que hacen para el desarrollo de las actividades. El transporte por ductos y por pipas desde la central de acopio hasta las TAD y desde este lugar hasta los puntos de venta representados por una red de gasolineras.

TIPO DE COMBUSTIBLE	CONSUMO ANUAL		ENERGIA DISPONIBLE	
	Millones de barriles	Millones de litros	Pj	%
Gasolina Premium	5.0	797	25.2	4.4
Gasolina Magna	45.6	7,246	229.0	39.7
Disel Industrial bajo Azufre	1.3	201	7.1	1.2
PEMEX Diesel	13.9	2,211	78.6	13.6
Gas Natural	22,057.6	3,506,880	124.2	21.5
Gas LP	26.7	4,244	112.3	19.5
Total ZMVM	22,150	3,521,578	576	100

Tabla 56 - Consumo anual de combustible (Informe 2008 Inventarios Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal)

La energía destinada al consumo final para el Inventario de Emisiones 2008, se contabilizó en 576 PJ. El consumo promedio diario de los combustibles se estimó en 315 mil barriles diarios equivalentes de gasolina; es decir 50 millones de litros equivalentes por día. Los sectores más importantes por su demanda de energía fueron: el transporte, el cual absorbió en promedio, el 60% del consumo energético, así como el sector industrial con 24%.

El consumo de combustibles se ha mantenido estable desde 1995 a la fecha,, dentro de ello la Gasolina (39.7%), el Gas Natural (21.5%) y el Gas LP (19.5%); pero las cantidades de consumo son enormes y los gases de combustión son equivalentes. Por ello la tabla 55 reporta las toneladas por año de los desechos por este concepto. Sin embargo son tres los puntos de interés que contribuyen al riesgo: Primero la calidad de combustible, es decir que contenga contaminantes como el azufre o el nitrógeno que al ser quemados producen los

óxidos correspondientes. Segundo el aprovechamiento de energía química de la molécula que es aprovechada en un 40% y el resto se disipa en energía calorífica. Tercero la alta fugacidad del Gas LP y del Gas Natural, así como de las gasolinas que contribuyen a la formación de vapores de hidrocarburos crudos e incrementan el ozono y la lluvia ácida.



Figura 5.4 La onda expansiva de la TAD Anillo dañaría la zona urbana como lo muestra la figura.

El factor Acopio representado por la cantidad de 315, 000 barriles diarios, donde cada barril es igual a 52 litros que equivale a 16, 380 ,000 litros de combustible y a su vez equivale a 16,380 m³. Esto da una idea de la distribución del combustible en la ciudad, si todo se transporta en pipas de 10 m³ se harían 1,638 viajes y dada las condiciones del tránsito en la ciudad; la actividad distribución representa un peligro inminente, con la probabilidad de que ocurra alguna explosión, incendio y emisión de vapores de gasolina. Las TAS distribuidas en el territorio de la ZMVM son un buen sistema de acopio y distribución, ya que estos son abastecidos por ductos.

El riesgo de las TAS es que los asentamientos urbanos estén demasiado cerca y se encuentran expuestos a las contingencias por la actividad dentro de los centros de acopio. La figura muestra dentro de un círculo de 300 m zonas habitadas, en la deflagración ocurrida en la TS de San Juan Ixhuatepec se encontraron esquirlas junto con pedazos de válvulas y tanques a 1000 m a la redonda. Por lo tanto para que el acopio sea seguro debe cumplir con la normatividad de estándares internacionales; además de estar resguardada por

un muro de contención y no deben existir zonas habitadas al menos 1000 m a la redonda.

El transporte que se realiza desde las Refinerías hasta la ciudad en pipas de doble tanque es un grave problema, dado que no se cumple con normas en la construcción de los tanques. El diseño debe asegurar que en caso de accidente de tránsito este no debe estallar, el hecho citado se comprueba por los frecuentes accidentes que ocurren en las carreteras.

La valoración de la amenaza queda evidenciada por la ocurrencia de 2 a 3 accidentes anuales en las carreteras de acceso a la ZMVM.

Dentro de los cinco depósitos que almacenan el combustible solo dos de ellas cumplen, estas son Azcapotzalco y San Juan Ixhuatepec, las TAD de Añil, Aeropuerto y Barranca del Muerto no cumplen debido a las zonas habitadas dentro del área de riesgo.

$$\text{Factor Combustible} = (3/5) = 0.6$$

5.5.4 Movilidad.

El transporte urbano en la ZMVM se ha vuelto más complejo en la misma medida que el crecimiento urbano y la población lo han hecho; a pesar de las grandes obras emprendidas por el Gobierno del Distrito Federal. La necesidad de transporte de la población a centros de trabajo, escuelas, centros comerciales y lugares de esparcimiento; ha vuelto más difícil la situación de traslado, al grado que los tiempos en trayecto en donde antes eran minutos ahora son horas, en las cuales se permanece en los autos y en los camiones. Por otra parte la ciudad no cuenta con los medios apropiados para resolver la demanda, toda la infraestructura de transporte con la que cuenta ha sido rebasada. Las zonas de mayor densidad poblacional como Ecatepec, Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Netzahualcóyotl son las que menos infraestructura tienen para desplazarse a los diferentes lugares de la ciudad.

Delegaciones y Municipios con mayor concentración de viajes.			
Estado	Viajes	Porcentaje	Acumulado
Iztapalapa	1,812,574	8.3	8.3
Cuauhtémoc	1,695,606	7.7	16
Gustavo A. Madero	1,453,531	6.6	22.6
Ecatepec de Morelos	1,439,748	6.6	29.2
Coyoacán	1,103,951	5.0	34.2
Benito Juárez	986,277	4.5	38.7
Álvaro Obregón	954,641	4.3	43.0
Miguel Hidalgo	941,402	4.3	47.3
Naucalpan de Juárez	937,117	4.3	51.6
Nezahualcóyotl	897,062	4.1	62
ZMM	21,954,157	100	
Distrito Federal	12,833,615	58.5	
Estado de México	9,028,821	41.1	

Tabla 57 - Movilidad.

La tabla muestra el número de viajes más frecuentes que se realizan en la ciudad, se ve con claridad que la Delegación Cuauhtémoc es el más concurrido dado a la gran cantidad de centros de esparcimiento, centros de cultura y negocios.

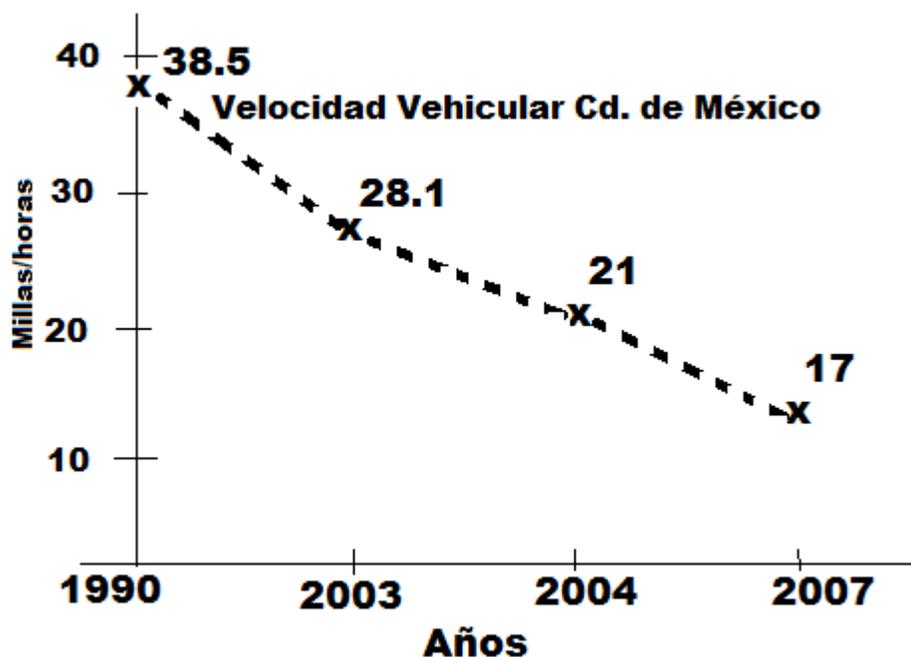


Figura 5.5 Velocidad Vehicular en el DF. Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

El gráfico muestra como la velocidad de crucero ha venido en descenso, lo que comprueba una vez más la pérdida de tiempo laboral que el capitalino gasta inútilmente, además del consumo también inútil de carburante con la consecuencia de mayor emisión de COx.

El gráfico muestra los efectos de los Compuestos Volátiles (COV) en función de la velocidad vehicular y explica el gran daño que causan los bloqueos del tráfico con una velocidad de 10 millas/hora reporta 8 gramos en peso de COV por cada milla recorrida.

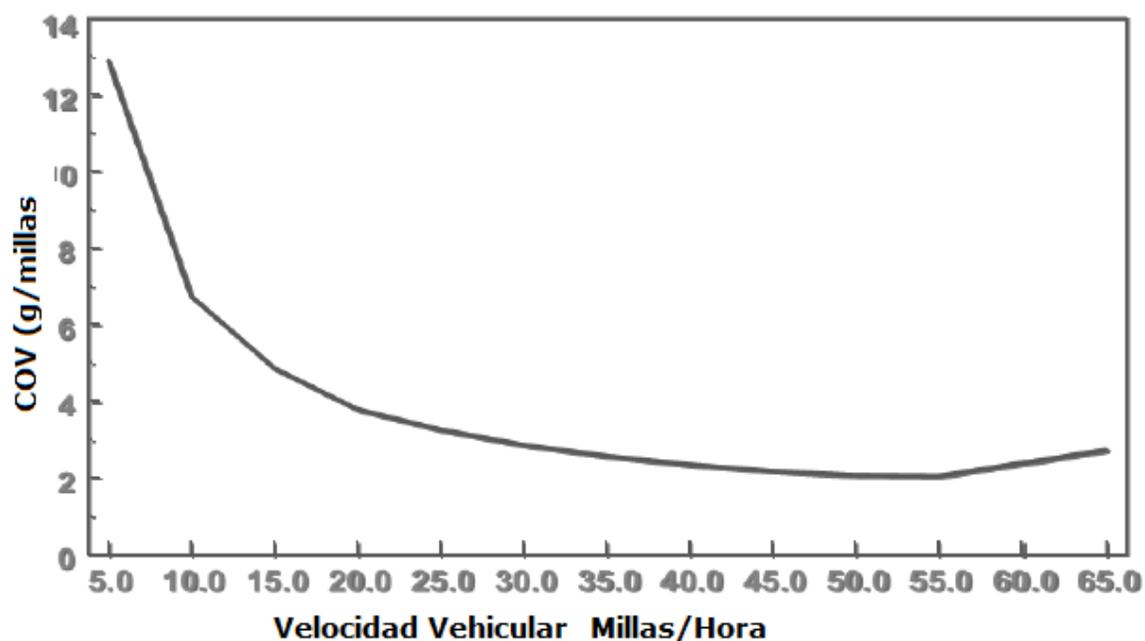


Figura 5.5 bis

Factor Movilidad A5max. = 38.5 A5 = 17; FA5 = (17/38.5) = 0.44

El factor movilidad causa graves daños a la economía del ciudadano dado que se pierden enormes cantidades de horas de trabajo y desperdicio de combustible, además con la consecuencia de contaminantes SOx y COV.

5.5.5 Ozono

El ozono es un alotropo del oxígeno, es decir otra forma de existencia del oxígeno pero que es altamente corrosivo y se forma con la radiación solar a base de iones producto de la emisión de gases corrosivos como los COV, NOx, CH4, y los SOx, que se presentan en la atmósfera en estado iónico.

La tabla 35 reporta el comportamiento del Índice IMECA, de 1990 hasta el 2000. Se observa con claridad la variación de IMECA de 101 a 200 por arriba de 244 días en 1990 y 304 días en 2000 por lo que la Norma Oficial Mexicana NOM-020-1993 menciona que de los 365 días de 1990, 328 días no se cumple con los lineamientos, lo mismo ocurre para el 2000 en donde 323 no se cumplen.

$$\text{Factor Ozono } A_6 \text{max.} = (328 \text{ días no cumple}) / (365 \text{ días Año}) = 0.898$$

La amenaza se mide de 0 a 1 donde el grado extremo de amenaza es igual a 1 sobre las estructuras, los sistemas e instalaciones de la comunidad. Dada esa referencia se determina que la ZMVM aún puede soportar otro poco de de amenazas

$$\text{Amenaza (A)} = (\text{Factor } A_1 + \text{Factor } A_2 + \text{Factor } A_3 + \text{Factor } A_4 + \text{Factor } A_5 + \text{Factor } A_6) / n$$

$$(A) = (0.427 + 0.587 + 0.23 + 0.60 + 0.44 + 0.898) / 6 = 0.48$$

AMENAZA	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	CONTRIBUCIÓN
A ₁	urbano	0.427	0.134
A ₂	Población	0.587	0.184
A ₃	Tóxicos	0.230	0.072
A ₄	Combustible	0.600	0.189
A ₅	Movilidad	0.440	0.138
A ₆	Ozono	0.898	0.283
TOTAL		3.182	1.000

Tabla 58 - Índice de Amenaza

La amenaza está presente en un 48 % en la ZMVM lo que explica el alto riesgo de ocurrir los eventos nocivos a la salud.

5.5.6 Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se mide de (0 a 1), el 0 significa la capacidad de las estructuras para resistir la agresión con gran efectividad y 1 significa que las estructuras no son resistentes y existe el peligro que se presente el riesgo; por ello se tiene:

$R = KAV$; si $A = 1$, $V = 0$ y $K = 1$ el resultado de $R = 0$, $R = KAV$; si $A = 0$, $V = 0$ y $K = 1$ el resultado de $R = 0$, $R = KAV$; si $A = 1$, $V = 1$ y $K = 1$ el resultado de $R = 1$

Lo anterior significa que la variable vulnerabilidad es significativa, dado que al no haber resistencia a la agresión se verifica el desastre.

No.	VULNERABLE	MAGNITUD	AGRESIÓN
V ₂	Altitud	1240 msnm	La presión atmosférica 585mm de Hg; la característica da como resultado un 23% menos Oxígeno que al nivel del mar y afecta la salud de las personas.
V ₂	Drenado	Cambios de volumen por Día.	La circulación del aire en la cuenca tiene flujos promedios desde 3 Km/ Hora hasta 12 Km/Hora. Sin embargo en condiciones extremas se han alcanzado 35 Km/Hora.
V ₃	Áreas Verdes	Hectáreas.	Por otra parte la zona urbana tiene 3,540 km ² por una altura de 260m se tiene un volumen de 708 Km ³ igual a 7.08 x 10 ⁹ m ³ Pérdida de humedad, oxigenación y deterioro del ambiente.
V ₄			

Tabla 59 - Factores de vulnerabilidad.

La altitud sobre el nivel del mar (msnm) provoca efectos en la salud de las personas, el hecho radica que en la playa la atmosfera contiene un 21% en peso de oxígeno a una presión de 760 mm de Hg. Por ejemplo 1m³ de aire al nivel del mar tiene 760mmHg, y si se pudiera trasladar ese m³ a la ZMVM el volumen crecería en $(760/585) \times 1m^3 = 1.3m^3$; entonces el contenido de oxígeno baja en esa misma proporción, desde luego que el metabolismo de las personas lo compensan con una mayor concentración de glóbulos rojos por centímetro cúbico en la sangre. La altitud no ayuda a que la ciudad sea más fuerte y al ser una situación difícil de cambiar se obtiene el Factor V1 de I, es decir se es más vulnerable.

El factor altitud V1 = 1 es poco apta para la salud El factor de drenado V2 Drenado

La valoración depende de la capacidad que tiene la cuenca de desalojar el volumen vital del área urbana. El área urbana es de 3540 Km² las montañas que rodea a la ciudad son de 2300 msnm y la planicie es de 2240msnm, dando

una diferencia de 260m y un volumen para desalojar de 920.4 Km³, es decir 9.2 x 10¹¹ m³ de aire.

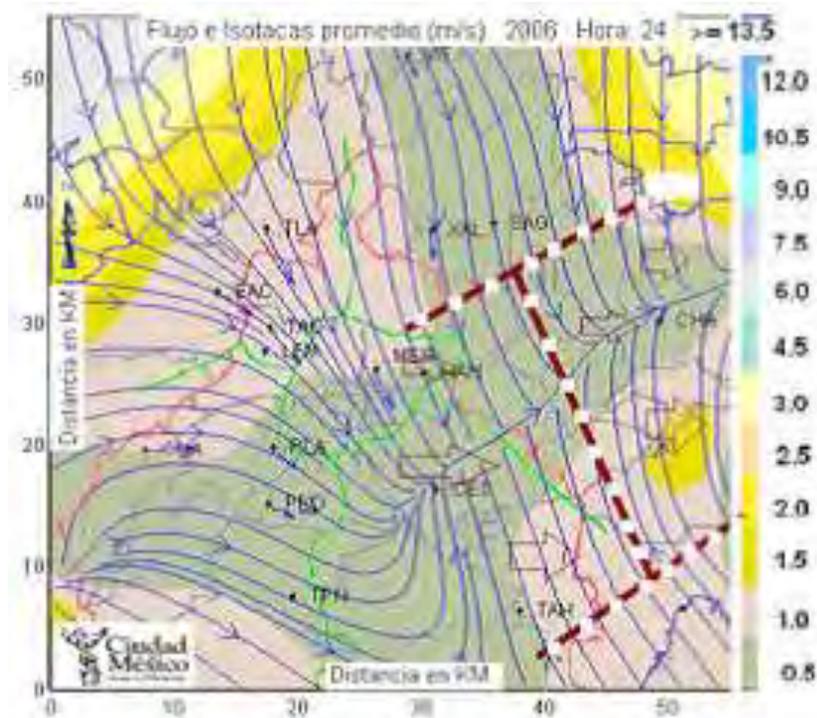


Figura 5.6 Flujo de los vientos ZMVM a las 24 horas

La figura tiene una sección de 30Km por una altura de 0.26 Km, lo que da una sección de 30 x 0.26 igual a 7.8 Km² con una velocidad de 2m/s equivalente a (7Km/hora). Lo siguiente da un caudal de (7.8 x 10⁶ m²) (2m/s) = 15.6 x 10⁶ m³/s que es un caudal muy optimista. El tiempo que requiere para desalojar sería de (9.2 x 10¹¹ m³) / (15.6 x 10⁶ m³/s) = 58974 s, que es igual a 16.4 horas para hacer un cambio de volumen lo que ocurre desde las 12 de la noche a 6 de la mañana. Por lo general la velocidad del viento es de 2Km/Hora, por ello siempre quedará un volumen remanente en la ZMVM. Para tener una atmosfera limpia se requiere tener velocidades alrededor de 25 km/Hora que son iguales a 7 m/s produciendo un caudal de 54.6 x 10⁶ m³/s, dividiendo esta cantidad entre el volumen se tiene : 9.2 x 10¹¹ m³ / 54.6 x 10⁶ m³ /s = 16849 S igual a 4.6 horas.

Dada la dificultad de drenado el Factor:

Factor Altitud V2 = 1 no hay drenado de contaminantes

Factor Áreas Verdes.

Los bosques dan un mejor confort y humedad relativa al ambiente permitiendo posibilidades de lluvia. Para calcular V3 es necesario sumar la superficie de los Bosques del Ajusco, la Marquesa, y Villa del Carbón, entre otros y compararla con el área urbanizada, por ello se estima lo siguiente:

Según la información de la tabla se tiene 632.32 Km² y una superficie urbana de 3540 Km², por lo que significa que el 20% de la superficie es de bosques lo que da un factor de áreas verdes igual a 0.8 Inventario de Áreas Verdes.

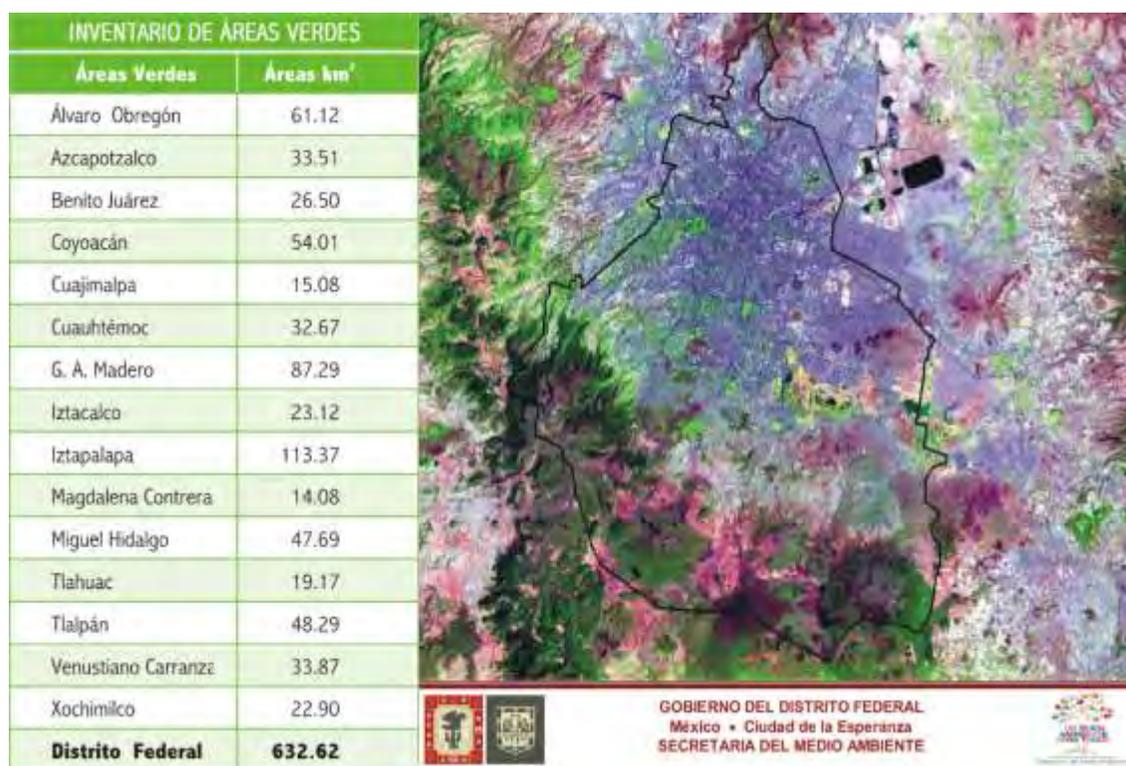


Figura 5.7 Área verdes

Factor Áreas Verdes $V3 = 0.8$ Áreas verdes

$$V = (1 + 1 + 0.8) / 3 = 0.93$$

La Vulnerabilidad de la ZMVM es alta, es decir tiene poca capacidad para resistir las agresiones al ambiente. Cualquier agresión por pequeña que sea tiene repercusiones comprometedoras y consecuentemente la aparición de los riesgos

5.6 Evaluación

5.6.1 Ozono.

Época: Caliente Seca; Lugar: Poniente Sur; Valores (K = 1, A = 1, V = 1) Resultado
 $R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$

Época: Lluvias; Lugar: Poniente Sur; Valores (K = 0.5, A = 1, V = 1) Resultado.
 $R = kAV = 0.5 \times 1 \times 1 = 0.5$

Época: Fría Húmeda; Lugar : Poniente Sur; Valores (K = 0.5, A = 1, V = 1) Resultado

$R = kAV = 0.5 \times 1 \times 1 = 0.5$

El ozono prevalece en la zona sur poniente, la frecuencia es alta alrededor del 85% durante el año, la duración de acuerdo a datos estadísticos es desde las 11 horas hasta las 17 horas y su intensidad varía con la concentración de los óxidos reactivos NOx, COx y SOx, así como la presencia de hidrocarburos crudos presentes en el ambiente y por ende con la presencia de la radiación solar. La exposición prolongada de las personas genera daños severos en vías respiratorias y quemaduras en la piel.

5.6.2- Tolvanera

Época: Caliente Seca; Lugar: Norte Oriente; Valores (K = 1, A = 1, V = 1) Resultado
 $R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$

Época: Lluvias; Lugar : Poniente Sur; Valores (K = 0, A = 0, V = 1) Resultado.
 $R = kAV = 0 \times 0 \times 1 = 0$

Época: Fría Húmeda; Lugar : Poniente
 Sur; Valores (K = 0, A = 1, V = 1)
 Resultado
 $R = kAV = 0 \times 1 \times 1 = 0$

Las tolvaneras son contaminantes típicos de la zona Norte Oriente, se presentan a finales de la temporada seca fría y de toda la temporada seca caliente que son promovidas por la resequeidad del ambiente y los vientos estacionales de febrero y marzo. Las partículas son óxidos y sólidos muy pequeños derivados de la combustión de las fábricas, vehículos de transporte y automóviles particulares; los efectos sobre la salud de las personas traen consecuencias fatales debido a que las partículas se infiltran por vía pulmonar al torrente sanguíneo ocasionando alteraciones críticas en la salud, más aún en niños y ancianos.

Las tolvaneras son muy frecuentes en la época seca caliente por la zona de Ecatepec, Venta de Carpio, el Corredor Vía Morelos y Aragón durante los meses de marzo, abril y mayo, donde se desatan ventiscas con polvos de todo tipo; mientras que por la misma época en la Zona Poniente no ocurre tal cosa. Es decir, que las tolvaneras son propias de la zona Norte Oriente.

5.6.3 Islas de calor

Época: Caliente Seca; Lugar: Centro;
 Valores (K = 1, A = 1, V = 1)
 Resultado.
 $R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$

Época: Lluvias; Lugar : Centro;
 Valores (K = 1, A = 1, V = 1)
 Resultado
 $R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$

Época: Fría Húmeda; Lugar : Centro;
 Valores (K = 0, A = 0, V = 1)
 Resultado.
 $R = kAV = 0 \times 0 \times 1 = 0$

La isla de calor es una serie de eventos derivados de la absorción de calor de las edificaciones durante el día y que por la noche lo irradia,

entonces el conjunto de los edificios urbanos forman un domo de calor en la parte superior, ello conlleva a la formación de láminas de calor que viajan a través de la zona provocando cambios súbitos de temperatura que se presentan como choques térmicos alterando la salud de las personas. El evento se presenta en temporada seca caliente y al empezar la temporada de lluvias durante los meses de mayo y junio en la zona centro de la ciudad.

5.6.4 Inversión Térmica

Época: Caliente Seca; Lugar: Norte Oriente; Valores ($K = 0.5$, $A = 0.5$, $V = 1$) Resultado.

$$R = kAV = 0.5 \times 0.5 \times 1 = 0.25$$

Época: Lluvias; Lugar : Poniente Sur; Valores ($K = 1$, $A = 1$, $V = 1$) Resultado.

$$R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

Época: Fría Húmeda; Lugar : Poniente Sur; Valores ($K = 1$, $A = 0.5$, $V = 1$) Resultado.

$$R = kAV = 1 \times 0.5 \times 1 = 0.5$$

Nota: La Inversión Térmica es un fenómeno atmosférico que no deja fluir el viento y todas las emisiones quedan atrapadas en el lugar; por ello para el DF es un evento altamente peligroso, el cual se presenta durante los meses de diciembre, enero, y abril.

5.6.5 Lluvia Ácida.

Época: Caliente Seca; Lugar: Norte Oriente; Valores ($K = 0$, $A = 1$, $V = 1$) Resultado.

$$R = kAV = 0 \times 1 \times 1 = 0$$

Época: Lluvias; Lugar: Poniente Sur; Valores ($K = 1$, $A = 1$, $V = 1$) Resultado.

$$R = kAV = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

Época: Fría Húmeda; Lugar: Poniente
Sur; Valores ($K = 0.5$, $A = 1$, $V = 1$)
Resultado.
 $R = kAV = 0.5 \times 1 \times 1 = 0.5$

La lluvia ácida es un evento natural para limpiar la atmosfera, en la historia de la tierra las erupciones volcánicas han sido frecuentes, los gases emitidos por lo general son óxidos de azufre y es la lluvia la que los precipita como carbonatos formando lentamente las rocas; a este fenómeno se la ha denominado meteorización.

La acidez de la lluvia altera el PH de los cuerpos acuíferos poniendo en riesgo los ecosistemas, por ello es útil mantener registros de la lluvia ácida. La frecuencia del contaminante está en relación con la temporada de lluvias y la zona de mayor incidencia es la parte montañosa de la ZMVM.

5.7 Drenado de la ZMVM.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es una cuenca rodeada de montañas y se asemeja a una herradura que tiene entrada por la Zona Norte a la altura de Tepotzotlán y salida por la parte Norte Oriente con Texcoco, Acolman y Teotihuacán; en el Poniente y Sur se tiene una cortina montañosa perteneciente a la Sierra de las Cruces y la Serranía del Ajusco; por el Sur Oriente se encuentra la Sierra Nevada y la Sierra de Santa Catarina; de igual forma tiene una abertura por la parte Norte Oriente hacia Pachuca y Tlaxcala donde forma una especie de canal que sirve de desfogue a los vientos.

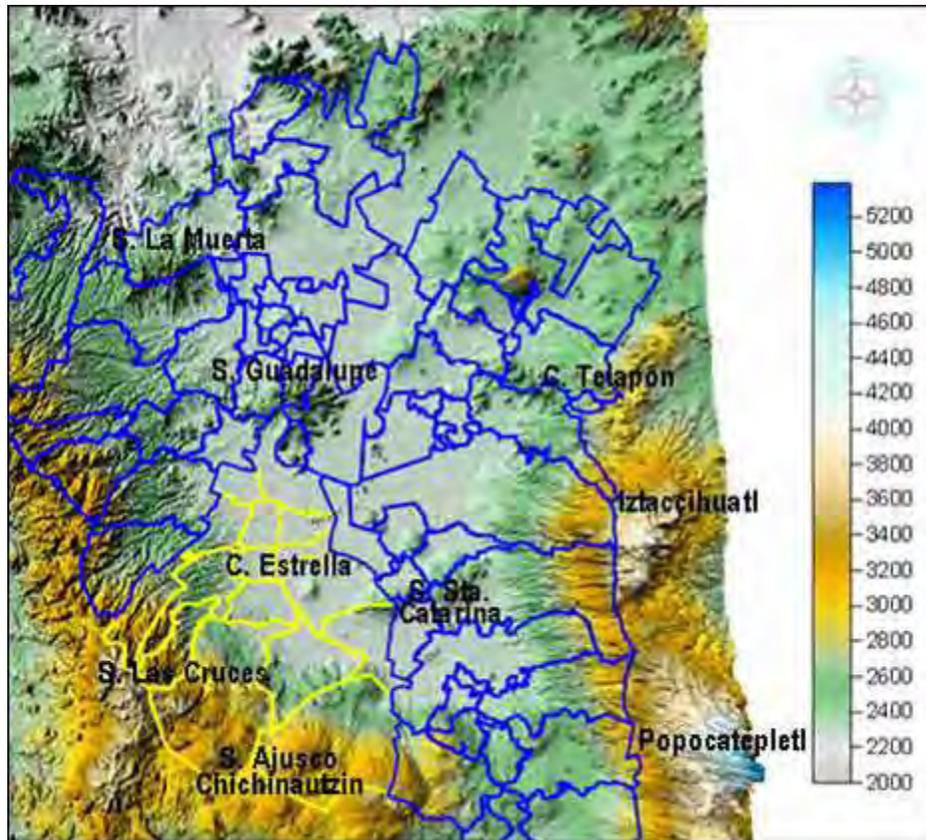


Figura 5.8 Altitud en metros ZMVM área de estudio. (Fuente Inventario de emisiones 2006 ZMVM Secretaría del Medio Ambiente GDF.)

La figura muestra el centro con una altitud de 2200 msnm y en los contornos al pie de monte de 2400 msnm salvo por el Norte Oriente (NO) donde se mantiene un llano plano que se prolonga hasta la Ciudad de Pachuca siguiendo la trayectoria de la carretera que une a la Ciudad de México con la Ciudad de Pachuca y más hacia el oriente se encuentra Acolman, las Pirámides, e Irolo.

El drenado se efectúa de acuerdo a las leyes termodinámicas teniendo una similitud con el efecto playa de las muy conocidas brisas de mar; en la playa se tienen dos masas con características diferentes. El océano con una gran capacidad de retención de calor de lo que se genera durante el día por la radiación solar; el otro elemento es la playa formada por una gran superficie de arena que rodea las aguas del mar y que sirve como un espejo que refleja el calor del sol y con una escasa capacidad de retención de calor. La ley cero indica que las diferencias de temperaturas tienden a cero y es por ello, que la naturaleza siempre mantendrá un equilibrio de temperaturas entre la playa y el mar hasta igualarse y mantener un momento de calma; **es decir $\Delta T=0$** .

El fenómeno ocurre por el calor de la radiación solar y por las diferentes capacidades caloríficas de los materiales; es decir la capacidad que tienen los materiales de absorber y de ceder calor. En el día la mínima temperatura se alcanza en el periodo de las 5 a las 7 horas, y los máximos empiezan de las 11 a las 16 horas, en ese lapso de tiempo tanto el Océano como la arena de la playa alcanzan el máximo acumulado de calor y de temperatura; después de las 17 a las 5 horas ambos sistemas tienden a equilibrar su temperatura. La diferencia de temperaturas genera de igual forma diferencias de presión entre la playa y el mar; por ello se generan corrientes de aire que transportan la energía de un lado a otro hasta que esta sea cero. También la termodinámica señala que el calor fluye de lo caliente a lo frío; entonces es lógico pensar que en el día la playa está más caliente que el agua del mar y por lo tanto los vientos soplaran hacia el mar, pero no ocurre de esa manera debido a las corrientes verticales denominadas termales. La playa se comporta como un espejo reflejando verticalmente todo el calor de la radiación solar, pero no ocurre lo mismo en el mar porque este absorbe toda la radiación solar y la acumula. De esta manera se forma un vacío en la playa que baja la presión, jalando la masa gaseosa del mar generando el fenómeno denominado brisa de mar, pero esto se detiene hasta que las temperaturas se equilibran y ocurre el fenómeno de la calma hasta las 15 horas. La calma marca un límite e indica el cambio de la dirección de los vientos, a partir de esta hora la playa se enfría rápidamente y esto hace que el fenómeno se presente inversamente hasta que las energías se equilibren.





Figura 5.9 Efecto Playa

Esto ocurre en la ZMVM. La zona Norte-Oriente, Texcoco, Piramides son terrenos desérticos y las montañas de la ciudad son boscosas y por ello se produce el mismo efecto citado.

5.8. Caso: Juan Ixhuatepec

Es bien sabido que los sistemas requieren de enormes cantidades de energía para operar, lo urbano que es la expresión genuina de la ciudad junto con los componentes que lo constituyen, demandan grandes cantidades de combustible. Es por eso que para satisfacer tal requerimiento se necesita un sistema de abasto y reparto que opere con eficiencia y seguridad [61]. La ZMVM cuenta con tal sistema y tiene bastantes años operando, aproximadamente desde el arranque de la etapa de industrialización; es decir de los años cincuenta del siglo pasado. Es desde ese punto cuando el centro de distribución partió de la entonces Refinería de Azcapotzalco donde se extendió por toda la ciudad cubriendo la demanda de los industriales y de los distribuidores de gas. La zona de San Pablo en Azcapotzalco era un punto de concentración de gaseras, las cuales fueron reubicadas a San Juan Ixhuatepec una región alejada de las zonas urbanas pero que estableció una garantía en reparto del gas LP.

Con el esfuerzo de Petróleos Mexicanos se logró unir los ductos del centro de depósito de Venta de Carpio hasta la TAS de San Juan Ixhuatepec, sin embargo el desorden del uso de suelo y el medrar de grupos con tintes políticos han hecho

imposible el ordenamiento urbano. La incapacidad para ordenar el territorio es una de las fuentes generadoras de riesgos y San Juanico forma parte de esta lista negra que por desgracia seguirá creciendo. El evento sucedido en la madrugada del 19 de noviembre de 1984 que produjo una violenta explosión que se transformó en catástrofe, ocurrió en la colonia de San Juan Ixhuatepec conocido más popularmente como San Juanico, localizado al Norte de la Capital de México.

La planta pertenece a las instalaciones de PEMEX correspondiente a la Terminal Satélite de almacenamiento y distribución de Gas Licuados del petróleo, al Norte de San Juanico. El accidente sufrió una serie de deflagraciones en cadena hasta 10 explosiones que convirtió el área en desastre.



Figura 5.10 Planta de almacenamiento de Gas LP. San Juan Ixhuatepec. Fuente (http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm) [62].

Es común que ante este tipo de situaciones se vean afectadas personas que no están informadas y que desafortunadamente se encuentran en la parte baja de la escala social donde las autoridades se deslindan de cualquier responsabilidad. Como en este caso, las autoridades de Protección Civil de Tlalnepantla se deslindaron de la responsabilidad y descartaron incidente alguno por asentamientos irregulares ubicados en ductos de Petróleos Mexicanos que corren por este territorio, tras confirmar que las líneas ocupadas se encuentran en el municipio de Ecatepec, en la zona conocida como Venta de Carpio. Sabiendo que existen 18 kilómetros que es lo que mide el gasoducto que va de

Venta de Carpio, situado en Ecatepec, a San Juan Ixhuatepec, en la zona oriente del municipio de Tlalnepantla [63].

La dependencia aseguró que los ductos de Petróleos Mexicanos que atraviesan **el territorio municipal se encuentran “libres de asentamientos humanos irregulares y por ello, descartó cualquier situación de alto riesgo”** para la población que podría generarse en este municipio; sin embargo en las figuras 72 y 73 se aprecia la magnitud del accidente.

El problema se presenta en el ducto de suministro de Gas LP de Venta de Carpio, situado en Ecatepec, por el cual se traslada el energético hasta una planta de abastecimiento en el poblado de San Juan Ixhuatepec para seis empresas gaseras, que lo comercializan en el Valle de México. En Venta de Carpio están localizados asentamientos humanos precarios que invadieron la Zona Federal y el polígono de seguridad de la tubería de Pemex aseguró personal de Protección Civil local.

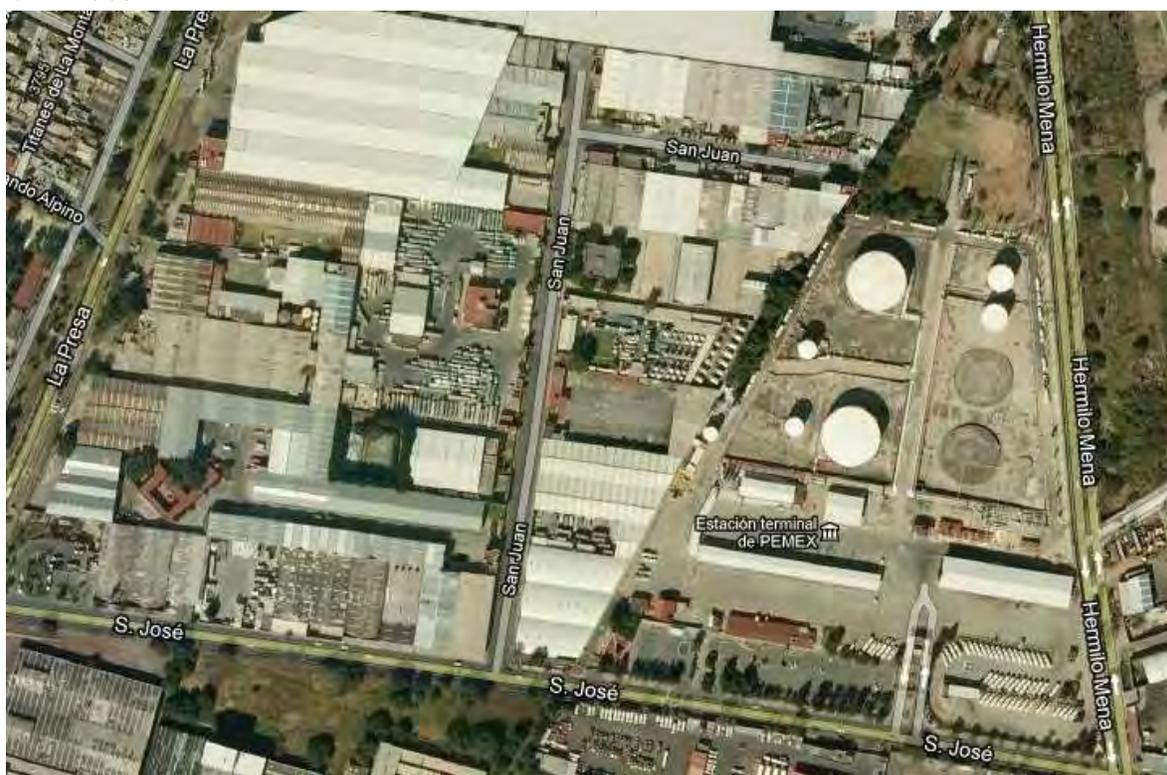


Figura 5.11 Vista de la planta de San Juan Ixhuatepec,

Fuente Google

“En lo que corresponde al territorio municipal, el gasoducto corre sobre Acueducto de Guadalupe, Avenida Pichardo Pagaza, cruzando avenida San José y concluye en la terminal Petroquímica Básica, de donde se distribuye hacia seis plantas distribuidoras”. Personal de protección civil refirió que con regularidad se realizan inspecciones coordinadas con personal de PEMEX en los polígonos de seguridad por donde corren los gasoductos, además la red cuenta con válvulas

de seguridad seccionadas en el municipio de Ecatepec y esta localidad. Asimismo, este gasoducto cuenta con válvulas automáticas de seccionamiento, ubicadas en las colonias Santa Clara Tulpetlac y Las Palomas, ambas pertenecientes a Ecatepec.

La instalación de almacenamiento de GLP, Propano y Butano, principalmente, se usaba para la distribución de los GLP y se recibían por gasoductos procedentes de tres diferentes refinерías. La capacidad total de almacenamiento era de 16.000 m³ aproximadamente distribuidos en 6 esferas y 48 cilindros de diferentes capacidades. En la tabla adjunta se presentan todos los almacenamientos.

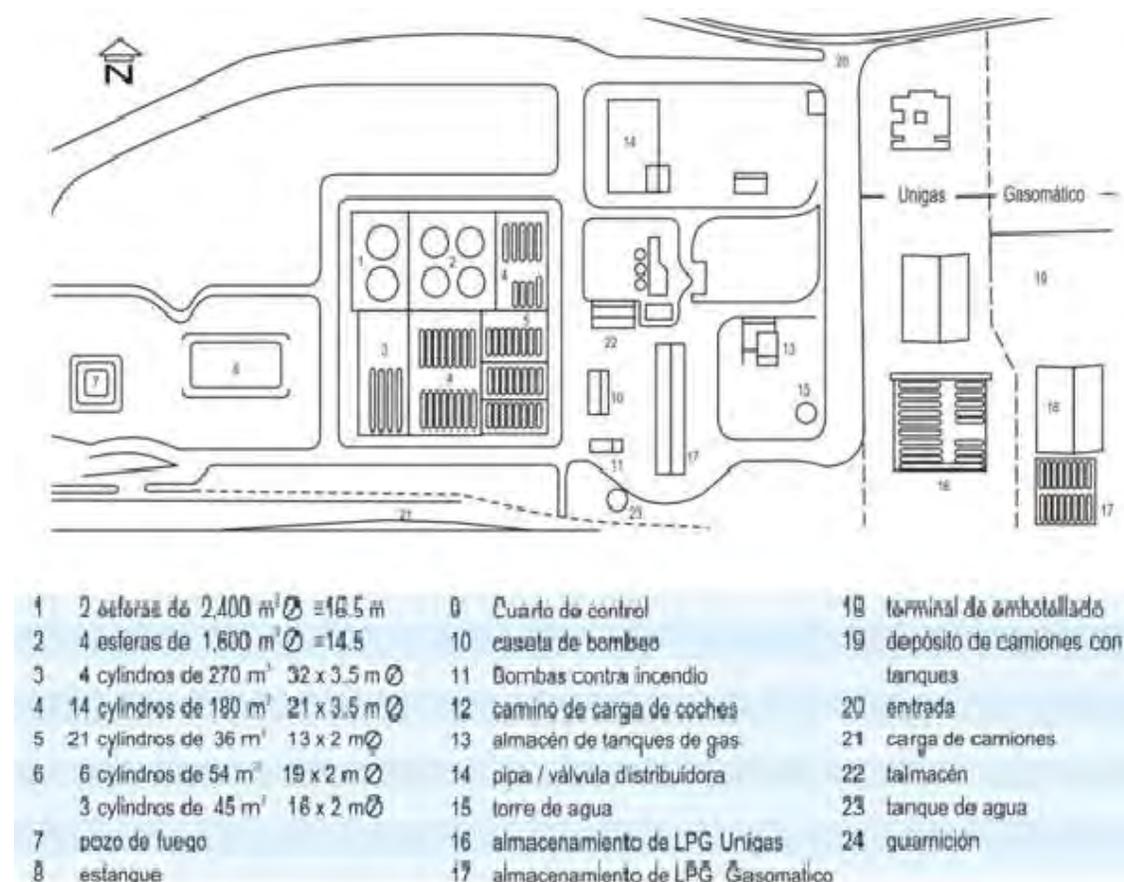


Figura 5.12 Planta de Almacenamiento San Juan Ixhuastepec. Fuente: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm.

El plano muestra el equipo y la ubicación de los tanque de almacenamiento y se presentan las capacidades.

Según la densidad media del producto de 560 kg/m³, las cantidades de GLP que podrían estar en un momento dado almacenadas en la planta eran de aproximadamente 6,500 toneladas métricas. La superficie de la planta era de

13,000 m². (1.3 hectáreas). La planta había sido construida bajo las normas API (Instituto Americano del Petróleo) para diseño de recipientes y depósitos a presión y muchos de los equipos instalados habían sido enviados directamente desde los Estados Unidos de América.

Capacidad Nominal Individual (m ³)	Recipientes	Capacidad Total (m ³)	Contenido Real (m ³)
2,400	2 esferas	4,800	4,320
1,500	4 esferas	6,000	3,000
270	4 cilindros	1,080	972
180	14 cilindros	2,520	2,268
54	6 cilindros	324	292
45	3 cilindros	135	121
36	21 cilindros	756	680
TOTAL	54 depósitos	15,615	13,653

Tabla 60 - Capacidades de los tanques de la Planta de San Juan Ixhuatepec. Fuente: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm.

La Prensa Nacional, así como los noticieros televisivos dieron a conocer el **evento: "La mañana del 18 de noviembre de 1984, en San Juan Ihuaxtepec"**⁵⁰, gigantescas esferas con gas explotaron, el fuego terminó con la vida de 600 personas y dejó a 1500 marcadas para siempre. Esa mañana estallaron más de 80 mil litros de gas LP y luego de 18 explosiones en cadena, la mayoría de ellos calcinados; mil 500 personas resultaron damnificadas y con secuelas graves; mientras que más de 60 mil viviendas quedaron dañadas".

El accidente se debió a la ruptura de una tubería de 20 centímetros de diámetro que transportaba GLP desde las refinerías hasta la planta de almacenamiento cerca de uno de los parques de tanques, probablemente debido al sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte por retorno. No está aclarado por qué no funcionaron las válvulas de alivio del depósito de sobrellenado. La fuga de GLP continuó durante 5-10 minutos. Se formó una gran

⁵⁰ Mora, F. San Juanico el día que el fuego se adelantó.

nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros que entró e ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, probablemente debido a alguna antorcha encendida a nivel del suelo. El viento en la zona era débil de 0,4 m/s en dirección suroeste. La explosión se registró, junto con otras ocho más en el sismógrafo de la Universidad de Ciudad de México a 30 km de distancia.

Los daños en las edificaciones del exterior alcanzaron grandes proporciones y prácticamente quedaron destruidas en un radio de 300 metros. Hubo además explosiones dentro de las casas y muchas personas sufrieron daños y quemaduras graves por gotas incandescentes de GLP.

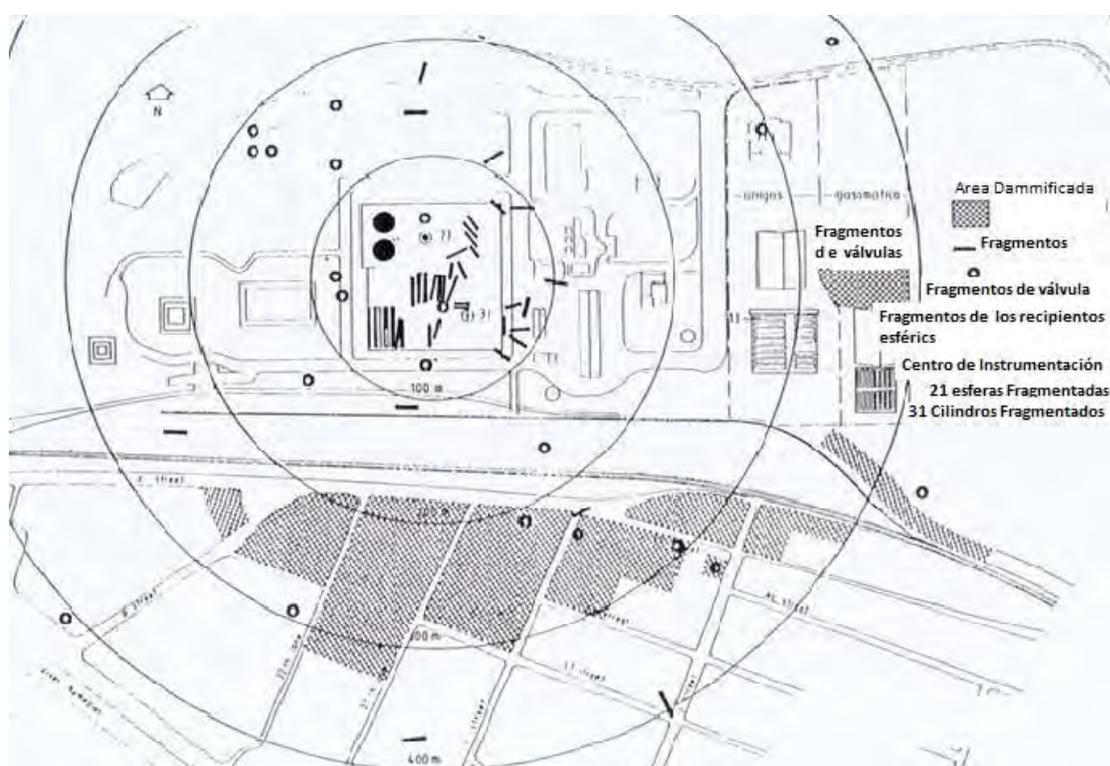


Figura 5.13 Planta de almacenamiento de GLP Los círculos proyectan el impacto de la conflagración. Fuente: http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm.

Unas 20 hectáreas⁵¹ [64] de superficie resultaron afectadas por la explosión y la radiación, no obstante, hay quienes piensan que la cifra real de muertos nunca llegará a saberse, ya que muchos cuerpos quedaron reducidos a cenizas y que muchos de ellos no serían reclamados.

⁵¹ San juanico: Grandes tragedias de México - Que no se olvide.

La figura 5.13 muestra los efectos de la deflagración, en el área marcada en el plano donde se encontraron fragmentos de lámina de acero de los recipientes y ducto



Figura 5.14 Explosión Planta de Almacenamiento de PEMEX. San Juan Ixhuatepec⁵².

La tragedia de San Juanico será recordada siempre por los espeluznantes efectos sobre la población: numerosas viviendas quedaron arrasadas, familias enteras resultaron calcinadas mientras dormían, 350.000 personas, de una población de 700.000, tuvieron que ser inmediatamente evacuadas, un número indeterminado de desaparecidos. La explosión de toda la instalación de PEMEX, incluyendo 80.000 barriles de gas, dejó un cráter equivalente a 4 estadios de fútbol. Que la mayoría de las catástrofes siempre avisan, lo demuestra en este caso el hecho de que en marzo de ese mismo año ya hubo otra explosión denunciada por los habitantes.

La tragedia quedó registrada en la mente de las personas; la deflagración causó efectos severos en la población, tal vez haya sido accidente por un lamentable descuido, pero ocurrió la desgracia. Se anexa el siguiente testimonio de uno de los tantos damnificados de San Juan Ixhuatepec:

⁵² Márquez, F. Congreso Internacional de "Prevención y Control de Emergencias Tecnológicas Industriales y Urbanas".

"No había luz eléctrica⁵³ [65], tiendas para comprar alimentos ni servicio de agua potable; en estos momentos entendí lo que significaba ser un damnificado, porque pasaban a la casa tocando la puerta para que saliéramos a formarnos y así nos entregaran cajas o bolsas con despensa, ropa, cobijas y juguetes...

Me tocó formarme para que me entregaran un desayuno, que me marcaran la mano para que no volviera a pedir, ir a ver si de milagro me entregaban un boleto para obtener productos básicos, y ver cómo algunas camionetas

llegaban regalando ropa y juguetes usados y en pésimo estado... Después de muerto el niño se debe tapan el pozo, eso fue lo que sucedió en mi colonia, aquella que no contaba con un parque; ahora tenía dos...; antes la calle principal era de doble sentido, ahora tenía una avenida renovada con la ampliación de carriles, iluminada, y que es la continuación del Periférico de la zona oriente.

También pavimentaron las calles, se hizo una escuela de artes y oficios, se indemnizó a quienes resultaron dañados en su patrimonio y en su familia, se les ofreció una colonia nueva denominada Valle de Anáhuac.

Se tenía que borrar de inmediato la mala imagen creada a raíz de este **sinistro, que durante unos meses fue el principal centro de atracción de "**

La narración muestra una pequeña parte de lo desastroso que fue el accidente, dejando un fiel testimonio de lo sucedido en el caso de San Juan Ixhuatepec en la conciencia popular.

⁵³ Días Jarquín, C.I. Memorias de mi ciudad.

CONCLUSIONES

La Ciudad tiene un sistema de abastecimiento de energéticos que la mantiene en operación pese a la antigüedad de las instalaciones y al uso que se le ha dado durante décadas. La influencia del uso y manejo del combustible en el medio ambiente es importante, dado que por un lado mantiene la actividad económica de la ciudad y, por el otro, resulta una amenaza para la sustentabilidad de la misma.

La ZMVM tiene característica que la hacen única, dado que es un recipiente o reservorio propio para almacenar; al principio fue el lecho de los lagos y después el lugar de la ciudad; tal situación la vuelve vulnerable. Por ello las acciones requeridas para el mantenimiento y conservación deben ser estrictas y ejecutables. El territorio de la ZMVM es altamente vulnerable dado que es un espacio físico cerrado que obstaculiza el flujo natural de la renovación del aire. La altitud representa un gran desafío dado que la concentración del oxígeno por metro cúbico decae hasta un 23%, con repercusiones en el incremento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Las variables, que por su magnitud implican un peligro y ponen al límite la sustentabilidad son:

- a. El crecimiento desbordante de lo urbano, como se muestra en las áreas de urbanización que han invadido zonas prohibidas por la normatividad urbana y que atentan con el buen desarrollo de la ciudad
- b. El desgaste de los bosques: Sierra de Guadalupe; Sierra de las Cruces; Sierra del Ajusco; Sierra de Santa Catarina; Espacios Pantanosos de Chinampas y Llanos de Tláhuac, Iztapalapa, Xochimilco, Tlalpan y Milpa Alta
- c. El deterioro de los lechos de los antiguos Lagos de Chalco, Texcoco y Xochimilco han deteriorado el ambiente y, como consecuencia, se tiene una atmosfera con humedades relativas bajas. Así, en la temporada seca caliente se alcanzan humedades relativas hasta el 10%, muy parecidas a las de los desiertos. En esta temporada se desatan eventos tan peligrosos como las tolvaneras con cúmulos de partículas tóxicas y polvos que son arrastrados por zonas secas áridas que enturbian a la ciudad.

La tabla 01 y 02 muestran la magnitud del crecimiento de las dos variables: la urbana y la poblacional:

- a. En 1990, el área urbanizada fue de 133,680 Hectáreas y se incrementó para el 2005 en 785,400, con una diferencia de 153,720 Hectáreas
- b. El crecimiento de la población, en el mismo periodo, pasó a 4.2 millones de habitantes, lo que ocasionó una fuerte presión sobre los asentamientos

y la escases de vivienda y el alto precio del suelo en la zona céntrica; con la consecuencia de expulsar a la vivienda hacia la periferia y con ello la invasión de las zonas protegidas

- c. La concentración industrial, comercial y financiera es otro factos más, existen 35 mil industrias y 4.5 millones de vehículos.
- d. El número de pobladores, según el II Censo de Población y Vivienda 2005, en la ZMVM se registró un total de 19,239,910 habitantes, cifra que representa el 18.6 % del total nacional. De ellos, el 45.3% vive en las 16 Delegaciones del DF. Y para el 2010 se reportó una población de 20 979 616.

El desarrollo de la Ciudad rompió con todas las expectativas de control; imperó el caos, la normatividad no se cumplió. Una explicación, pero no justificación, son las invasiones a predios de zonas protegidas auspiciadas por líderes que dieron rienda suelta al botín de los fraccionamientos para asentar poblaciones en colonias sin ningún servicio urbano y con los peligros que hoy se observan.

La mancha urbana cubre todo, invade zonas fabriles, centros de abastecimiento, lechos de ductos y lugares que por naturaleza son peligrosos como las minas de arena y barrancas; los intereses económicos prevalecen sobre los intereses del bien común.

La variable consumo de combustible derivada de la actividad económica reportada en la tabla 03 (Consumo de combustibles desde 1990 al 2008 en la ZMVM) muestra un incremento de 497 Peta Joule en 2000 a 576 Peta Joule en 2008, con un incremento de 79 Peta Joule expresado en términos de unidades de trabajo.

El consumo de combustible promedio diario, se estima en 314 mil barriles equivalentes de gasolina en la ZMVM; es decir 50 millones de litros por día; esto equivale a consumir 301 mil barriles diarios de gasolina; que equivale a un cubo de 18mx18mx18m. La cantidad de combustible que se maneja es importante dado que representan alrededor 1300 viajes de pipas por la Ciudad con riesgos en el trasiego de los puntos de venta, volcaduras y accidentes viales; lo que contribuye a la vaporización de hidrocarburos al medio ambiente que influyen en la formación del ozono.

El transporte con 344 PJ equivale a un 60%, la industria con 138 PJ equivale al 24%, el consumo residencial con 76 PJ equivale al 13% y los servicios con 18 PJ equivale al 3 %. En la tabla 10 se observa que el mayor consumo de combustible corresponde a la gasolina Magna con 229 PJ que contribuye al 39.7 %; el gas

natural con 124.2 PJ contribuye con el 21.5% anual y el gas LP con 112.3 PJ contribuye con el 19.5 %.

Los datos muestran que el transporte es el sector que más consume combustible y que la gasolina Magna, el gas natural y el gas LP son los combustibles más usados; de ello se establece que el área de la comercialización, es decir, la red de gasolinera distribuidas en la ZMVM, contribuyen en gran medida a la emisión de vapores de hidrocarburos a la atmosfera.

Los distribuidores de gas LP son, también, fuente importante de emisiones de vapores de hidrocarburos a la atmosfera; así como el gas natural es fuente importante de emisión, pero dada las características de su densidad, se disipa en el aire con rapidez. Los usuarios del gas natural, en su mayoría, son el sector industrial y los de gas LP es el sector doméstico.

La distribución del combustible en la ZMVM desde el centro de acopio de la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) de Azcapotzalco y las demás (Añil, Aeropuerto, Barranca del Muerto, San Juan Ixhuatepec y Venta de Carpio) están unidas a través de una red de ductos, los itinerarios no están a la vista y algunos tramos si están identificados como los de la Avenida Tezozomoc y la Avenida Camarones, en ambos casos los señalamientos identifican el paso del ducto; pero en la mayor parte de la red no ocurre lo mismo. Por ejemplo: en la Avenida Eduardo Molina en la delegación Gustavo A Madero y el Cran Canal los postes de señalamiento se encuentran de uno a dos metros de la zona de construcción; en otros casos se construye sobre los ductos.

Se investigó si existe alguna Norma Oficial Mexicana emitida por la Secretaría de Energía, por ser la dependencia oficial facultada por las atribuciones que le confiere la Ley de Administración Pública Federal, y no se encontró; sin embargo, Petróleos Mexicanos cuenta con normas que regulan las instalaciones operativas aplicables al proceso, pero no aplican para regular aspectos de la vía pública. Se hace necesario una norma que regule esta actividad. El hecho es que los ductos no cumplen dichas disposiciones y son fuentes generadoras de riesgos.

Los riesgos por uso y manejo de combustible en la Ciudad, dadas las actividades de transporte, acopio, distribución y uso, es el primer grupo de eventos por fugas y derrames en los ductos y depósitos. Además, producen gases tóxicos que envenenan, provocan incendios y explosiones. Durante estos últimos 60 años en la ZMVM, los gases de la combustión que producen contaminantes son gases corrosivos como NO_x , SO_x , CO_x , Ozono y Partículas PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$.

A raíz de las catástrofes pasadas y las acciones reportadas en los programas PROAIRE y PICCA (registradas en las figuras 4.7, 4.9, y 4.12), se han tomado acciones que han hecho una diferencia, tales como:

- La reubicación de la Refinería 18 de marzo a la Ciudad de Tula
- El Mejoramiento de la calidad de los combustibles
- Diésel sin azufre, gasolinas más ligeras sin azufre
- La prohibición del combustóleo en las termoeléctricas y la recomendación de uso del gas natural
- El mejoramiento del parque vehicular, el Metro y el Metro bus
- Sacar de la ZMVM a la industria de mayor contaminación como las fundidoras de acero
- El Hoy no Circula
- El establecimiento de la Red de Monitoreo Atmosférico SIMAT

La conflagración de San Juan Ixhuatepec; Guadalajara y San Martín Texmelucan muestran lo peligroso que resulta el manejo y uso de los combustibles. Por ello, son necesarios los programas de mantenimiento y el respeto a la normativa correspondiente, a efecto de conservar las instalaciones.

La variable movilidad es también una magnitud crítica que influye en la eficiencia del consumo de combustible; las tablas 29 , 30 y 58 muestran el total de viajes de 21,954,157. Tan solo en Iztapalapa se dan 1,812,574 viajes, Cuauhtémoc con 1,695,606 viajes, Gustavo A Madero con 1,453,531 viajes, Ecatepec de Morelos 1,439,748 viajes. Las cifras equivalen a un 30% de los viajes que se realizan en la ZMVM que refleja los puntos críticos y la necesidad de un transporte masivo y planeado. La baja velocidad promedio, observada en el gráfico de las figuras 5.5 y 5.5. bis de 17 Km/hora, ocasiona una combustión ineficiente en los vehículos y una producción extra de los gases de combustión.

En la tabla 56 se observa que la atmosfera empieza a contaminarse desde las 4 a las 6 de la mañana con una carga de contaminantes desde 7 ton/hr hasta 24 ton/hr. Alcanza el punto más alto a las 11 de la mañana con una carga de 30 a 42 ton/hr y se mantiene hasta las 21 horas donde la curva declina. Este proceso tiene una correlación directa con la dinámica del drenado y el movimiento de los vientos en la ZMVM, con el incremento del parque vehicular, la actividad industrial que arrojan toneladas de contaminantes a la atmosfera (como lo muestra las tablas 30 y 31). El hecho comprueba la existencia de un drenado natural de la cuenca.

Es de importancia contar con un parque vehicular moderno y combustibles de calidad, donde se apliquen las nuevas tecnologías para mejorar la combustión. Se recuerda que la variable del parque vehicular, el transporte urbano, aéreo y

el de carga son los grandes consumidores de la gasolina y el diésel, así como la industria del gas natural y los hogares del gas LP como se mostró en la tabla 30 y 31 durante el 2008. Las acciones de PRAIRE y PICCA han sido buenas, pero no lo suficiente; por ello se requieren más acciones que políticas y programas que diluyen los recursos y se pierden en la gestión y en los intereses particulares.

La Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental, (tabla 09) son las reglas oficiales para controlar la contaminación de la atmosfera de la ZMVM. Sin embargo, en la tabla 35 (Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente con Respecto al Ozono) reporta resultados en donde se aprecia que el 85% de los días del año esta norma no se cumple. El mínimo registro ocurrió durante el 2009 con el 42%; mientras que el promedio es de 60% de no cumplimiento.

La tabla 36 muestra los registros del año 2006 de la red de monitoreo del contaminante Ozono. Se destaca la estación Santa Úrsula con un reporte de 0.229 ppm debiendo ser de 0.11ppm lo que excede durante una hora y 0.114 debiendo ser de 0.080 ppm máxima anual durante 8 horas. En las mismas condiciones de reporte se encuentran la estación de la UAM Iztapalapa y los registros de la parte sur de la ZMVM.

La Tabla 36 contiene los registros de los IMECA durante 1990 al 2000, en donde destaca el año 1991 con 179 veces que presentó calidad del aire regular, 97 veces con calidad mala, 69 veces con calidad muy mala y 8 con calidad del aire extremadamente mala; es decir, el 97% no se cumplió con la norma de los IMECA (el mapa 10 marca al sur poniente de la ZMVM en donde se concentra el contaminante Ozono). La norma incumplida es la NOM-020-SSA1-1993, autorizada por la Secretaría de Salud y monitoreada por el SIMAT.

La NOM-022-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con Respecto al Bióxido de Azufre (SO₂) sí se cumple, conforme a los datos de la tabla 39.

La NOM-023-SSA1-1993. Salud Ambiental Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, Respecto al Bióxido de Nitrógeno (NO₂), según lo consignado en la tabla 42, si se cumple.

Según los datos de la tabla 35, las características la OMS reporta 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en **24 horas y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; la USEPA reporta **150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; para el caso la NOM es más severa. Sin embargo, las tablas de la 45 a la 48, muestran los registros para PM₁₀ y se demuestra el incumplimiento de la normatividad. Se destaca el reporte para la estación Xalostoc con 769 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que son tres veces por arriba de lo especificado por la norma.

La tabla 47 muestra los registros para partículas $PM_{2.5}$ los datos correspondientes al sur poniente del Distrito Federal indican que sí se cumple con la norma; mientras que para la zona oriente y norte no se cumple con la norma. Destaca el área de Xalostoc con un registro de $247 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la especificación de una hora en 24 horas y el promedio anual es de $105.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que tampoco cumple. El área de mayor contaminación es Xalostoc seguida de Iztapalapa (figura 4.11).

Los escenarios de riesgo más críticos para la población son:

- a. Las inversiones térmicas cuya probabilidad de riesgo más frecuente es en la temporada fría húmeda y seca caliente y en particular durante los meses de diciembre, enero y febrero (tabla 10); el mes de abril el que causa mayor daño.
- b. La tolvanera cuya probabilidad de ocurrencia es la temporada seca caliente durante los meses de abril y mayo
- c. La concentración de ozono es más frecuente en la temporada seca caliente durante febrero, marzo, abril, mayo y junio.

La temporada más crítica por el daño ocasionado a la población es la temporada seca caliente, en particular, los meses de marzo, abril y mayo dado que los tres escenarios de riesgo están presentes. En el caso del Ozono, la zona más amenazada es la zona sur poniente; en el caso de las tolvaneras la zona más amenazada es el norte oriente y la más vulnerable de las zonas son la oriente y norte, por ser la de mayor densidad de población y la que cuenta con menos recursos de prevención.

Por ejemplo, en el 2009, los niveles de Ozono excedieron los dos indicadores de la NOM con respecto al valor límite para el promedio horario de 0.110 ppm: en todas las estaciones se superó este límite y la concentración máxima se registró en la estación Pedregal (PED) con un valor de 0.198 ppm el día 13 de febrero a las 17:00 horas, del 2009.

De acuerdo con la NOM el valor límite para el promedio horario no debe superarse a lo largo del año, sin embargo, se registró la mayor frecuencia con 287 horas, mientras que la estación San Agustín (SAG) reportó la menor frecuencia con 23 horas. Las figuras 4.5 y 4.6 ilustra los días que el contaminante Ozono sobrepasa la NOM; se registran 52 semanas y los días de la semana es decir 52 lunes, 52 martes, 52 miércoles, 52 jueves, 52 viernes, 52 sábados y 52 domingos; los registros se muestran desde el 2006 hasta el 2009; se observó que durante el 2007 ocurrió el máximo registro de los sábados y domingos registran 36 días respectivamente fuera de norma con relación a los 52 días de los domingos del año y lo mismo ocurrió con el sábado; es decir, el 69% no se cumple.

Si se compara la especificación de la Norma Oficial Mexicana con las Normas Internacionales, como lo reporta la tabla 37, la especificación de 0.110 ppm el máximo promedio de una hora al año la OMS reporta 0.100 ppm y la USEPA es de 0.075 ppm; es decir la especificación de la NOM es más laxa.

La Instrumentación de SIMAT da a conocer al público el estado de la contaminación en la ZMVM a través de los IMECA; las estadísticas comprueban que la evolución de la contaminación depende más del estado del clima que de las cargas de emisiones de los vehículos del transporte, la industria y de la vivienda. Se pueden alcanzar niveles de IMECAS alarmantes, pero si se tiene un flujo de vientos entre 15 y 20 m/s a causa de la inestabilidad de la atmosfera, los contaminantes son drenados fuera de la cuenca.

El Peligro extremo se da en la temporada seca caliente; las causas son:

- a. La estabilidad atmosférica
- b. La radiación solar alta con temperaturas hasta 30°C
- c. La humedad relativa baja entre 10 al 20%
- d. El flujo de los vientos del valle entre 1 a 2 m/s
- e. Los niveles de Ozono, Partículas Suspendidas PM10, y PM2.5, cuando rebasan los niveles de tolerancia de la norma.

Las zonas más afectadas por Ozono son la parte sur poniente oriente, Plateros San Ángel, y por el oriente Iztapalapa y Tláhuac; por Tolvaneras la zona norte oriente San Agustín, Iztapalapa, la Gustavo A Madero, y Ecatepec. Las islas de calor que provocan oleadas súbitas de cambios de temperatura que afecta gravemente la salud se dan en la Merced, Balbuena, Hangares y el Zócalo., durante la temporada seca caliente.

Los riesgos por fugas y derrames de hidrocarburos se dan en las TAD y el itinerario de los ductos que unen a dichas terminales de almacenamiento y distribución.

Por último, se tiene el modelo para calcular el riesgo según las variables que lo producen y la experiencia de los datos que se han tenido a través de estos últimos 20 años sobre la problemática de la contaminación; sin embargo, es el clima el determinante probabilístico de que ocurra el peligro.

La ZMVM, con la urbanización extrema de los últimos 30 años, modificó drásticamente el patrón natural de drenado; dado que las zonas de conservación fueron desbastadas y se eliminaron los bosques de las laderas de las montañas que circundan el Valle. Se eliminó el almacenamiento del calor latente que producen los bosques debido a la absorción de grandes cantidades de agua y energía calorífica de la radiación solar. Los bosques regulan los efectos térmicos

de la temperatura, que por gravedad las masas de humedad se precipitan al Valle por la noche, desde las montañas bajaban grandes masas de humedad hacia el nororiente lo que permitía el drenado de la cuenca.

Recomendaciones

El diagnóstico indica que las grandes cargas de contaminantes, producto de la actividad del desarrollo industrial, transporte urbano y de carga, los servicios, el uso del automóvil y los energéticos que consumen los hogares se queda atrapado dentro de la ciudad; dadas las condiciones orográficas que presenta la cuenca.

La solución es un drenado constante de la zona que genere al menos un recambio del volumen de la cuenca diario.

La ZMVM en el pasado tuvo un medio ambiente muy aceptable; pero desde la década de los ochenta a la fecha las condiciones se han vuelto críticas; la urbanización y el aumento de la población son causales, si no se lleva un programa ambicioso que revierta la amenaza.

Para que lo anterior no ocurra es necesario devolverle a la cuenca lo que se le ha quitado, los bosques y los cuerpos de agua. Ello da lugar a que el patrón de drenado se acelere, los ciclos naturales operen y los flujos de aire se restituyan.

La carpeta de asfalto y las estructuras metálicas de las edificaciones tienen un efecto refractario, es decir, la absorción de la radiación solar la devuelven rápidamente al entorno y los incrementos de temperatura son también rápidos, generándose deltas de temperaturas elevadas, tanto positivas como negativas lo que produce desequilibrios térmicos de alto riesgo; los bosque hacen el efecto contrario, absorben el calor de la radiación solar y lo regulan para generar un ambiente confortable; los cuerpos de agua también son grandes amortiguadores de los efectos térmicos.

La solución al parecer es simplista, pero es demasiada compleja porque se requiere la participación y la voluntad férrea de una sociedad y de su gobierno, la planeación de modelos creativos para que el ciudadano y el inversionista le entre a la recuperación de su ciudad.

Lista de Referencias

- 01 Panorama Demográfico 2005 de la ZMVM, Trascendencia de los Cambios Demográficos Recientes. Boletín Metrópoli /2025 Noviembre 2006 año 1 Número 11, México.
- 02 Secretaría de Desarrollo Social Consejo Nacional de Población Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005.
- 03 Martínez Corbalá Gonzalo Crisis energética y geopolítica del petróleo, La Jornada Viernes 13 de julio del 2001. www.jornada.unam.mx/2001/07/13/per-crisis2.htm.
- 04 Gobierno del Distrito Federal, Programa para mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México , Informe (2002 – 2010).
- 05 GEO - ALC 2003 Derechos de propiedad intelectual © 2003 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); **Perspectivas del Medio Ambiente Mundial"** Estocolmo a Johannesburgo: Medio ambiente y desarrollo en América Latina y el Caribe.
- 06 Dennis L. Meadows, Los Límites del Crecimiento, 1972. Club de Roma.
- 07 Programa para Mejorar la Calidad del Aire ZMVM 2002-2010 Secretaría del Medio Ambiente del Departamento del Distrito Federal.
- 08 Romo Rico, Escamilla Casas, Ortiz Ubilla, El transporte de Ductos en Pemex, Los Retos en los Inicios de la Segunda Década del Siglo XXI, 11 de abril del 2011. México 20011.
- 09 Capel Horacio, La definición de lo urbano, Reproducido de: *Estudios Geográficos*, nº 138-139 (número especial de "Homenaje al Profesor Manuel de Terán"), febrero-mayo 1975, p 265-301.
- 10 Higuera Esther Ciudades para un Futuro más Sostenible Urbanismo Bioclimático. (<http://habitat.aq.upm.es/ub/a002.html>).
- 11 Lewis Mumford, La ciudad en la historia sus orígenes, transformaciones y perspectivas. Paraíso Paleotécnico: Villa Carbón.
- 12 Wilkins ET. Contaminación del aire y la niebla de Londres de diciembre de 1952. JR Inst. Sanitarias 74 (1) : 1-21 (1954).
- 13 Petros Koutrakis Ph.D. The Health Effects of Ambient Particles Professor of Environmental Sciences Harvard University.
- 14 Bibliografía. Libro electrónico Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente; <http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/04Ecosis/133CicO.htm>.
- 15 Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica – Fuentes fijas - Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
- 16 Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Informe Climatológico del Valle de México 2004.
- 17 BERTALANFFY, L. von: Teoría General de los Sistemas. Madrid-Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1976.
- 18 BERRY, B. J. (1971). Geografía de los centros de mercado y distribución 01 por menor,,. Barcelona: Biblioteca Básica de Geografía Económica nº 2.

- 19 ARACIL, J. (1978). Introducción a la dinámica de sistemas Una exposición clara del funcionamiento de los diagramas de Forrester junto a la exposición del modelo Mundo-2 con los correspondientes diagramas . Madrid: Alianza Universidad nº 205.
- 20 BERRY, Brian J. L.: *Geografía de los centros de mercado y distribución 01 por menor*, Vicens Vives, Colec. Biblioteca Básica de Geografía Económica nº 2, Barcelona 1971, págs. 98-99.
- 21 Mendoza García Ma Eulalia y Tapia Colocía Graciela, Situación Demográfica de México 1910-2010.
- 22 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y a 59 municipios del Estado de México, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal enero de 2006, (GDF, 2006).
- 23 Panorama Demográfico 2005 de la ZMVM, Trascendencia de los Cambios Demográficos Recientes. Boletín Metrópoli /2025 Noviembre 2006 año 1 Número 11.
- 24 Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Inventarios de Emisiones de Contaminantes Criterio 2008 México 2008.
- 25 Gaceta Oficial del Distrito Federal, Secretaría de Gobierno Declaratoria de la ZMVM, Suscrita por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México, El 22 de Diciembre de 2005 en el Marco de la Cuarta Sesión Plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana, 23 de enero de 2005.
- 26 Secretaría de Desarrollo Social Consejo Nacional de Población Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005.
- 27 Secretaría del Medio ambiente del DF, Informe 2009 Calidad del Aire en la Ciudad de México.
- 28 J. Lafragua, A. Gutiérrez, E. Aguilar, J. Aparicio, R. Mejía, O. Santillán, M.A. Suárez y M. Preciado, Balance hídrico del valle de México, A N U A R I O IMTA 2003.
- 29 Panorama Demográfico 2005 de la ZMVM, Trascendencia de los Cambios Demográficos Recientes. Boletín Metrópoli /2025 Noviembre 2006 año 1 Número 11.
- 30 Fuente: Ordoñez, J.F La Ciudad de México ha significado un fenómeno extraordinario de expansión demográfica y urbana. De aproximadamente un millón de habitantes en la década de los treinta, pasó a más de tres millones en los cincuenta y a cerca de siete millones en 1970. La tasa anual de crecimiento promedio un 4 % anual en ese período. En 1990 la población de la ciudad de México (Distrito Federal) bordeaba los 8.5 millones, manifestando ya un cambio notable en los patrones de expansión, ya que la tasa anual se redujo a menos de 0.9 %, y continúa disminuyendo.
- 31 CONAPO: Escenario Demográfico y Urbano de la ZMVM 1900 – 2000 segunda **reimpresión (2000) fuente Sobrino y Delgado " Grandes tendencias de la expansión Urbana de la Ciudad de México;** en OCDE. Memoria de la Conferencia Internacional sobre Control de la Expansión Urbana 2000. Colegio Mexiquense y Superficies Oficiales.
- 32 Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancia Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo
- 33 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, (NOM-086-ECOL-1994) y NOM-086-SEMARNAT-SCFI-2005 establece especificación de los combustibles, Diario Oficial de la Federación 02/12/1994.
- 34 Secretaría de Energía, PEMEX Refinación, [Todo sobre la Reforma Energética Transporte, almacenamiento y distribución](#),
- 35 La nomenclatura de esta norma oficial mexicana está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de noviembre de 1994.
- 36 Gonzalo Martínez Corbalá Crisis energética y geopolítica del petróleo , www.jornada.unam.mx/2001/07/13/per-crisis2.htm.
- 37 Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la ZMVM 2008, Informe 2008, México DF.

- 38 Secretaría de Tránsito y Vialidad del Gobierno del Distrito Federal; Acuerdo por el que se Expide el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007 – 2012. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 22 de Marzo de 2010.
- 39 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión , l 7 de febrero de 1984) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión , l 7 de febrero de 1984).
- 40 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Última reforma publicada DOF 13-04-2011.
- 41 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ley General de Salud, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984.
- 42 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Consumidor; Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988; Última reforma publicada DOF 05-07-2007.
- 43 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ley Sobre Metrología y Normalización, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de julio de 1992, Última reforma publicada DOF 30-04-2009.
- 44 Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura, Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 15 de julio de 2010.
- 45 Secretaría de medio Ambiente del Distrito Federal, Informe de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México Estado y Tendencias 1990 – 2007.
- 46 Gobierno del Distrito Federal, Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. (IMECA). Gaceta del Distrito Federal, 29 de noviembre del 2006. México.
- 47 Secretaría de Salud NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente con Respecto al Ozono (O3). Valor normado para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de agosto de 1994, México DF.
- 48 Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Informe 2009, Calidad del Aire en la ciudad de México, México 2009.
- 49 Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2002 – 2010.
- 50 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Informe 2009 Calidad del Aire en la Ciudad de México, México 2009.
- 51 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Informe 2009 Calidad del Aire en la Ciudad de México, México 2009.
- 52 Secretaría de Salud, NOM-022-SSA1-1993. "Salud Ambiental. Criterio para Evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con Respecto al Bióxido de Azufre (SO2). Valor Normado para la Concentración de Bióxido de Azufre (SO2) en el Aire Ambiente, como Medida de Protección a la Salud de la Población". Diario Oficial de la Federación 23 de Diciembre de 1994.
- 53 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno Distrito Federal, Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la ZMVM 2008, Gaceta del D.F. Primera edición 2010, México.
- 54 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno Distrito Federal, NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-SSA1-1993 Gaceta del DF. 23 de diciembre de 1994, México.
- 55 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno Distrito Federal, NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM 10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, Gaceta del DF. 23 de diciembre de 1994, México
- 56 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-93, Que Establece las Características de los Residuos Peligrosos, el Listado de los mismos y los límites que hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente. DOF. 22 de octubre de 1993.
- 57 Ulrich Beck Institut für Soziologie Ludwig Maximilians Universität (München) RETORNO A LA TEORÍA DE LA «SOCIEDAD DEL RIESGO» Boletín de la A.G.E. N.º 30 - 2000, págs. 9-20

- Martin Vide Javier, La Teoría de Catástrofes y la Geografía: aplicaciones en Climatología, "Revista de Geografía", vols. XXVII-XXVIII. Barcelona, 1993-94, pp. 21-32.
- 58 Martin Vide Javier, La Teoría de Catástrofes y la Geografía: aplicaciones en Climatología, "Revista de Geografía", vols. XXVII-XXVIII. Barcelona, 1993-94, pp. 21-32.
- 59 Anguita Virella, F & Fernando Moreno Serrano, (1993). *Procesos Geológicos Externos y Geología Ambiental*. Editorial Rueda, Madrid. España. Págs.: 51-71, 235-287.
- 60 Sanhueza, C. & C. Vidal, (1996). *Análisis integrado de los riesgos naturales en la ciudad de Concepción. Memoria título Lic. en Educ. Historia y Geografía. Universidad de Concepción. Pág. 1-13.*
- 61 Sanhueza, C. & C. Vidal, (1996). *Análisis integrado de los riesgos naturales en la ciudad de Concepción. Memoria título Lic. en Educ. Historia y Geografía. Universidad de Concepción. Pág. 1-13.*
- 62 Cruz Roja Colombiana. 1997. Sistema Integral de Manejo de Desastres, Serie 3000. [Http://www.crcol.org.co/3000.htm](http://www.crcol.org.co/3000.htm).
- 63 Cruz Roja Colombiana. 1997. Sistema Integral de Manejo de Desastres, Serie 3000. [Http://www.crcol.org.co/3000.htm](http://www.crcol.org.co/3000.htm).
- 64 HERMELIN, M. (1995). Environmental Geology and Applied Geomorphology, Colombia AGIG Report, Colombia, nº 16, p 21-34.
- 65 Zilbert Soto L., et al (2001), Guía de La Red para la Gestión Local del Riesgo, Tema 2. Nicaragua. SNPMAD (Sistema Nacional Para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres) y PNUD- Nicaragua (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo), 2000; Nicaragua.
- 66 Nicaragua. SNPMAD (Sistema Nacional Para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres) y PNUD- Nicaragua (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo), 2000; Nicaragua.
- 67 Sistema de Monitoreo del Distrito Federal, Inventario de emisiones criterio de la ZMVM, 2008. Primera edición 2010. México.
- 68 Milenio.com; En riesgo asentamientos sobre gasoducto en Venta de Carpio, Publicado periódico Milenio 22/12/2010, México.
- 69 Mora Fernando, Fuente: Noticieros Televisa, San Juanico el día que el fuego se adelanto | 2009-11-19 (<http://www2.esmas.com/115968/copy-san-juanico-el-dia-fuego-se-adelanto-al-sol>)
- 70 San juanico: Grandes tragedias de México - Que no se olvide; (<http://cgnauta.blogspot.com/2007/11/video-san-juanico-grandes-tragedias-de.html>); jueves 29 de noviembre de 2007).
- 71 Márquez R Fernando, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile; Congreso Internacional de: **"Prevención y Control de Emergencias Tecnológicas Industriales y Urbanas"** Mapas de Riesgos y Centros de Emergencias Tecnológicas; Chile.
- 72 Aparicio Florido José Antonio, la catástrofe Química de Bhopal, enero 2002.
- 73 Días Jarquín Claudia Inés. Memorias de mi ciudad, periódico la Jornada México 1984.
- 74 Fuentes: Guide or urban development around hig-risk industrial sites. Secretary of State to the Prime Minister for the Environment Department. Francia 1990.

Anexo Mapas

1. Mapa 01 TAD Aeropuerto

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Aeropuerto; el espacio esta bardeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m el área urbana dañada es la que marca el círculo que afecta la Avenida Tapo y parte de la colonia Aragón



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM

Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 01
TAD
AEROPUERTO

2. Mapa 02 TAD Aeropuerto

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Aeropuerto; el espacio esta bardeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m el área urbana dañada es la que marca el círculo que afecta la Avenida Tapo y parte de la colonia Aragón



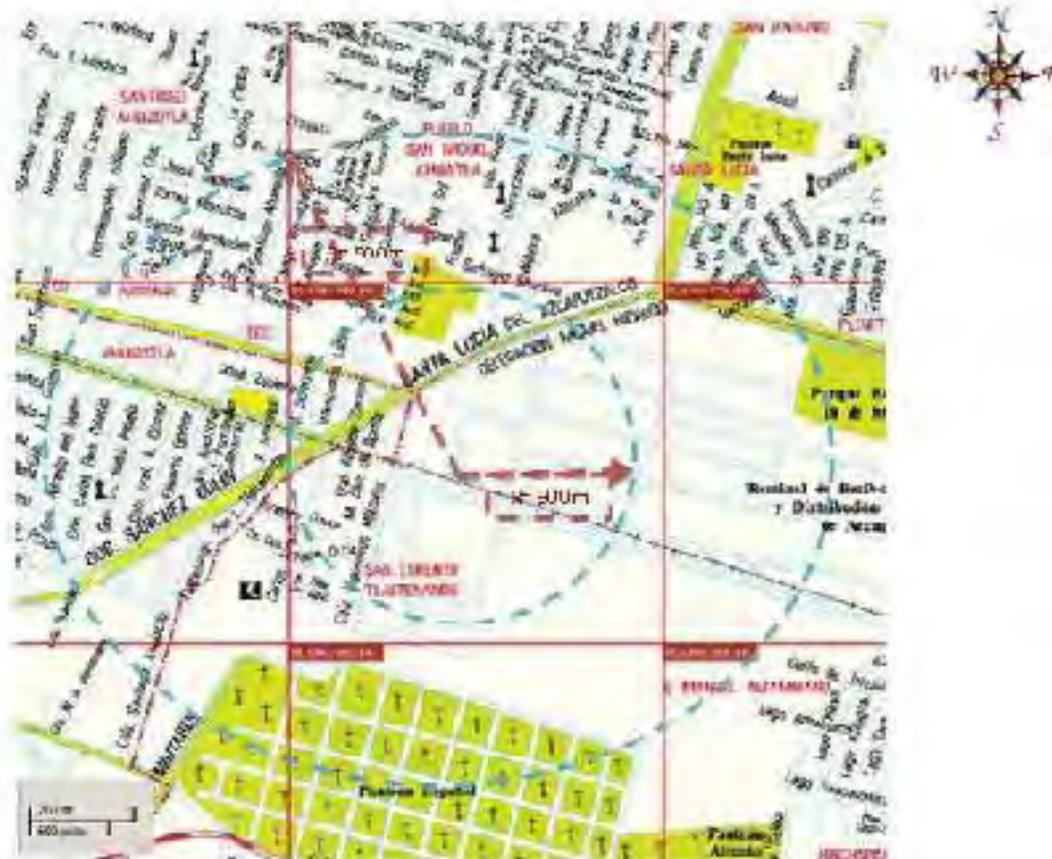
Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM
Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 02
TAD
AEROPUERTO

3. Mapa 03 TAD Refinería Azcapotzalco

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Refinería; el espacio está bordeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m y 300m el área urbana dañada es la que marcan los círculos que afectan las colonias: San Miguel Amantla, Santiago Ahuizotla, Ahuizotla.



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM

Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 03
TAD
REFINERIA

4. Mapa 04 TAD Refinería Azcapotzalco

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Refinería; el espacio está bordeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NI PA /04 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m y 300m el área urbana dañada es la que marcan los círculos que afectan las colonias: San Miguel Amantla, Santiago Ahuizotla, Ahuizotla.



Posgrado de Urbanismo UNAM

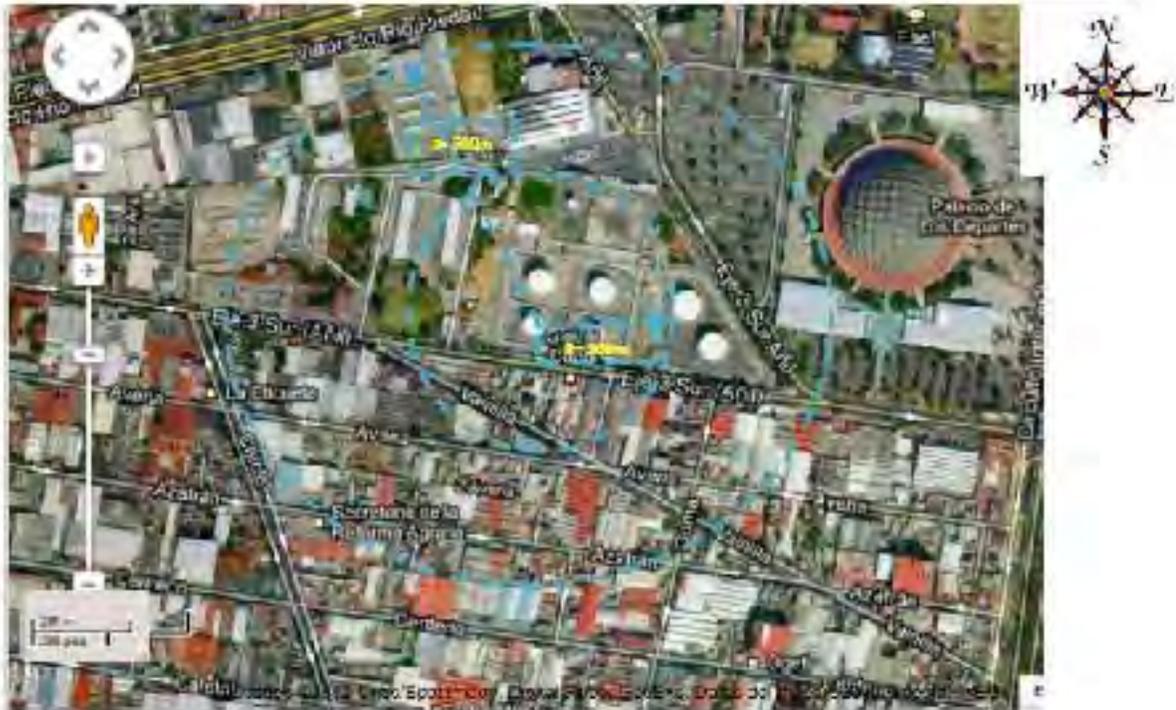
Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM

Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 04
TAD
REFINERIA

5. Mapa 05 TAD Refinería Añil

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Añil; el espacio está habilitado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m; el área urbana dañada es la que marca el círculo que afecta el Eje Sur 3 Añil y la Colonia Granjas México. Sin embargo el Riesgo se incrementa con el tipo de combustible que se almacene y depende de la presión de vapor del carburante. El Riesgo mayor lo presenta el Gas LP y la Turbosina.



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM
Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 05
TAD Añil

7. Mapa 07 TAD San Juan Ixhuatepec

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución San Ixhuatepec; el espacio está bordeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m el área urbana adyacente, la que marca del círculo muestra que el impacto no rebasa los muros de seguridad.



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM
Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 07
TAD
IXHUATEPEC

8. Mapa 08 TAD San Juan Ixhuatepec

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución San Ixhuatepec; el espacio está bardado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 500m el área urbana dañada, la que marca del círculo muestra que el impacto no rebasa los muros de seguridad



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM

Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 08
TAD
IXHUATEPEC

9. Mapa 09 TAD Barranca del Muerto

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Barranca del Muerto; el espacio está bardeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 250 m el área urbana dañada las calles Centenario, Loma Azul y Loma de la Plata, corresponde a lo que marca el círculo en caso de ocurrir el peligro potencial.



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM
Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 09
TAD
BARRANCA
DEL MUERTO

10. Mapa 10 TAD Barranca del Muerto

La figura muestra la Terminal de Almacenamiento de Distribución Barranca del Muerto; el espacio está hardeado con muros de contención que delimita el área de acuerdo a la normatividad Norma NFPA 704 (National Fire Protection Association). Se muestra el impacto en un radio de 250 m el área urbana dañada las calles Centenario, Loma Azul y Loma de la Plata, corresponde a lo que marca el círculo en caso de ocurrir el peligro potencial.



Posgrado de Urbanismo UNAM

Riesgos en Uso y Manejo de los
Combustibles en la ZMVM
Proyecto de Investigación de la ZMVM

Mapa 10
TAD
BARRANCA
DEL MUERTO

Anexo Normas Pemex

Clave	Título	Fecha de publicación de la declaratoria de vigencia*	Fecha de vigencia
NRF-100-PEMEX-2009	Turbinas de gas para accionamiento de equipo mecánico en instalaciones costa fuera	21/05/2009	21/07/2009
NRF-101-PEMEX-2006	Grúas de Pedestal para Plataformas Marinas.	17/07/2006	14/09/2006
NRF-102-PEMEX-2005	Sistemas Fijos de Extinción a Base de Bióxido de Carbono	14/03/2005	12/05/2005
NRF-106-PEMEX-2010	Construcción, instalación y desmantelamiento de ductos submarinos. (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-106-PEMEX-2005 del 17 de septiembre de 2005)	28/10/2010	27/12/2010
NRF-111-PEMEX-2006	Equipos de Medición y Servicios de Metrología	14/06/2006	12/08/2006
NRF-113-PEMEX-2007	Diseño de tanques atmosféricos	05/11/2007	05/01/2008
NRF-115-PEMEX-2006	Mangueras para Servicio de Contraincendios	14/12/2006	11/02/2007
NRF-116-PEMEX-2007	Materias Primas Contra Incendio	25/04/2007	23/06/2007
NRF-117-PEMEX-2005	Sistemas de Intercomunicación y Voceo para Instalaciones Industriales	20/07/2005	17/09/2005
NRF-119-PEMEX-2008	Vehículos Contraincendios	31/10/2008	31/12/2008
NRF-123-PEMEX-2007	Respiradores Purificadores de Aire de Presión Negativa Contra Gases Vapores y Partículas	25/04/2007	23/06/2007
NRF-124-PEMEX-2007	Materiales refractarios para calentadores a fuego directo	05/10/2007	05/12/2007
NRF-125-PEMEX-2005	Sistemas Fijos Contra Incendio: Cámaras de Espuma	18/01/2006	18/03/2006
NRF-126-PEMEX-2005	Ánodos de Aluminio	20/07/2005	17/09/2005
NRF-127-PEMEX-2007	Sistemas Contraincendios a base de agua de mar en instalaciones fijas costa fuera	24/01/2008	24/03/2008
NRF-128-PEMEX-2007	Redes de agua contra incendio en instalaciones industriales terrestres. Construcción y pruebas.	05/11/2007	05/01/2008
NRF-130-PEMEX-2007	Sistemas de control supervisorio y adquisición de datos para ductos	04/10/2007	04/12/2007
NRF-131-PEMEX-2007	Compresores Centrífugos	05/07/2007	04/09/2007
NRF-132-PEMEX-2007	Compresores Reciprocantes	05/07/2007	04/09/2007
NRF-133-PEMEX-2006	Unidad Turbo Expansor-Compresos	14/12/2006	11/02/2007

NRF-134-PEMEX-2005	Cambiadores de Calor Enfriados Por Aire	20/07/2005	17/09/2005
NRF-135-PEMEX-2005	Unidad de Recuperación de Calor con Envoltante de Baja Presión	20/07/2005	17/09/2005
NRF-136-PEMEX-2005	Platos E Interno s para Torres de Proceso	20/07/2005	17/09/2005
NRF-137-PEMEX-2006	Diseño de Estructuras de Acero	14/06/2006	12/08/2006
NRF-139-PEMEX-2006	Soportes de concreto para Tubería	14/06/2006	12/08/2006
NRF-140-PEMEX-2005	Sistemas de Drenajes	20/07/2005	17/09/2005
NRF-142-PEMEX-2006	Válvulas Macho	17/07/2006	14/09/2006
NRF-147-PEMEX-2006	Apartar rayos tipo Estación	17/07/2006	14/09/2006
NRF-148-PEMEX-2005	Instrumentos de Medición para Temperatura	20/07/2005	17/09/2005
NRF-149-PEMEX-2005	Secadores de Aire para Instrumentos	18/01/2006	18/03/2006
NRF-150-PEMEX-2005	Pruebas Hidrostáticas de Tuberías y Equipos	20/07/2005	17/09/2005
NRF-151-PEMEX-2007	Dietano I - Amina	25/04/2007	23/06/2007
NRF-152-PEMEX-2006	Actuadores para Válvulas	14/06/2006	12/08/2006
NRF-153-PEMEX-2009	Sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos para embarcaciones marinas	08/04/2009	07/06/2009
NRF-154-PEMEX-2007	Inhibidor de Incrustación y Dispersante a Partir del Terpolímero de Ácido Acrílico con Grupos Funcionales Sulfonados, Carboxilados y no Iónicos Utilizado en Sistemas de Agua de Enfriamiento	25/04/2007	23/06/2007
NRF-155-PEMEX-2007	Biocida no Oxidante a Base de Glutaraldheido para Agua de Enfriamiento	25/04/2007	23/06/2007
NRF-156-PEMEX-2008	Juntas y Empaques	25/06/2008	25/08/2008
NRF-157-PEMEX-2006	Construcción de Estructuras de concreto	17/07/2006	14/09/2006
NRF-158-PEMEX-2006	Juntas de Expansión Metálicas	17/07/2006	14/09/2006
NRF-159-PEMEX-2006	Cimentación de Estructuras y Equipo	14/06/2006	12/08/2006
NRF-160-PEMEX-2007	Demoliciones y Desmantelamientos	05/07/2007	04/09/2007
NRF-161-PEMEX-2006	Instrumentos de Nivel tipo Servo Operados	17/07/2006	14/09/2006
NRF-162-PEMEX-2006	Placas de Orificio Concéntricas	17/07/2006	14/09/2006
NRF-163-PEMEX-2006	Válvulas de Control con Actuador tipo Neumático	14/12/2006	11/02/2007
NRF-164-PEMEX-2006	Manómetros	14/12/2006	11/02/2007

NRF-168-PEMEX-2006	Banco de Resistencias	17/07/2006	14/09/2006
NRF-169-PEMEX-2008	Analizadores de Oxígeno	25/06/2008	25/08/2008
NRF-170-PEMEX-2008	Turbinas de Vapor para Servicio Especial	31/10/2008	31/12/2008
NRF-171-PEMEX-2007	Juntas de Expansión de Hule	05/07/2007	04/09/2007
NRF-172-PEMEX-2007	Válvulas de Alivio de Presión y Vacío para Tanques de Almacenamiento	05/07/2007	04/09/2007
NRF-173-PEMEX-2009	Diseño de accesorios estructurales para plataformas marinas	08/04/2009	07/06/2009
NRF-174-PEMEX-2007	Helipuertos de Acero en Plataformas Marinas Fijas	05/07/2007	04/09/2007
NRF-175-PEMEX-2007	Acero estructural para plataformas marinas	05/07/2007	04/09/2007
NRF-176-PEMEX-2007	Diseño de Ductos Ascendentes Preinstalados y sus Abrazaderas	25/04/2007	23/06/2007
NRF-177-PEMEX-2007	Sistemas de Protección del Ducto Ascendente en la Zona de Mareas y Oleaje	25/04/2007	23/06/2007
NRF-178-PEMEX-2010	Trampas de Diablos en Plataformas Marinas	27/08/2010	26/10/2010
NRF-180-PEMEX-2007	Tableros de control de pozos.	05/11/2007	05/01/2008
NRF-182-PEMEX-2007	Bombas de Desplazamiento positivo Dosificadoras	05/07/2007	04/09/2007
NRF-183-PEMEX-2007	Equipo de maniobra para instalaciones: grúas viajeras, malacates y polipastos.	05/10/2007	05/12/2007
NRF-184-PEMEX-2007	Sistemas de Gas y Fuego: CEP	05/07/2007	04/09/2007
NRF-185-PEMEX-2008	Tubería plástica reforzada enrollable para recolección y transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos	19/03/2008	18/05/2008
NRF-186-PEMEX-2007	Soldadura en acero estructural para plataformas marinas	05/11/2007	05/01/2008
NRF-187-PEMEX-2007	Mantenimiento a sistemas de tubería de proceso en instalaciones marinas	05/11/2007	05/01/2008
NRF-188-PEMEX-2007	Módulos habitacionales para plataformas marinas Fijas- estructural	05/11/2007	05/01/2008
NRF-189-PEMEX-2008	Centrifugadora Diesel	25/06/2008	25/08/2008
NRF-190-PEMEX-2008	Bombas Reciprocantes	25/06/2008	25/08/2008
NRF-191-PEMEX-2008	Calentadores indirectos	19/03/2008	18/05/2008
NRF-192-PEMEX-2008	Amortiguadores de pulsación de gas	19/03/2008	18/05/2008
NRF-193-PEMEX-2008	Cambiadores de calor tipo placas	19/03/2008	18/05/2008
NRF-194-PEMEX-2007	Testigos y probetas corro simétricas	05/11/2007	05/01/2008
NRF-195-PEMEX-2008	Construcción de Estructuras De Acero	25/06/2008	25/08/2008
NRF-199-PEMEX-2009	Instrumentos de Medición Tipo Radar	30/06/2009	29/08/2009

NRF-203-PEMEX-2008	Arrestadores de Flama	25/06/2008	25/08/2008
NRF-204-PEMEX-2008	Válvulas de bloque de emergencia	19/03/2008	18/05/2008
NRF-205-PEMEX-2007	Sistema de gas y fuego tableros de seguridad	19/03/2008	18/05/2008
NRF-207-PEMEX-2009	Membranas Internas Flotantes para Tanques de Almacenamiento Atmosféricos	30/06/2009	29/08/2009
NRF-208-PEMEX-2009	Relevado de Esfuerzos Mediante Resistencias Calefactoras y Gas	08/04/2009	07/06/2009
NRF-209-PEMEX-2008	Bombas Rotatorias	25/06/2008	25/08/2008
NRF-210-PEMEX-2008	Sistema de Gas y Fuego Detección y Alarmas	25/06/2008	25/08/2008
NRF-211-PEMEX-2008	Válvulas de Compuerta Y Bola en Líneas de Transporte de Hidrocarburos	31/10/2008	31/12/2008
NRF-214-PEMEX-2010	Analizadores continuos de gases	29/04/2010	28/06/2010
NRF-215-PEMEX-2009	Analizadores de pH, conductividad y potencial oxi-reducción	08/04/2009	07/06/2009
NRF-216-PEMEX-2010	Analizadores de hidrógeno	29/04/2010	28/06/2010
NRF-217-PEMEX-2009	Analizadores continuos de humedad en línea para hidrocarburos líquidos y/o gaseosos	08/04/2009	07/06/2009
NRF-218-PEMEX-2009	Analizadores continuos de viscosidad de hidrocarburos líquidos	08/04/2009	07/06/2009
NRF-221-PEMEX-2009	Trampas de diablos para líneas de conducción terrestres.	21/05/2009	21/07/2009
NRF-222-PEMEX-2009	Módulos de servicio para plataformas marinas fijas. -Diseño arquitectónico	21/05/2009	21/07/2009
NRF-223-PEMEX-2010	Inspección y mantenimiento en tanques verticales de cúpula flotante, fija y sin cúpula.	15/04/2010	14/06/2010
NRF-225-PEMEX-2009	Integración y seguridad de datos de procesos industriales	21/05/2009	21/07/2009
NRF-226-PEMEX-2009	Despliegados gráficos y base de datos del sistema digital del monitoreo y control de procesos	08/04/2009	07/06/2009
NRF-227-PEMEX-2009	Evaluación de la integridad mecánica en líneas de proceso y recipientes a presión en plataformas marinas	21/05/2009	21/07/2009
NRF-231-PEMEX-2010	Ropa y trajes de protección personal contra incendios	02/07/2010	31/08/2010
NRF-232-PEMEX-2010	Ropa y trajes de protección personal contra ácido fluorhídrico	29/04/2010	28/06/2010
NRF-233-PEMEX-2009	Biocida oxidante base bromo	21/05/2009	21/07/2009
NRF-234-PEMEX-2009	Mangueras para drenaje pluvial en tanques cilíndricos verticales con techo flotante externo	22/10/2009	21/12/2009
NRF-235-PEMEX-2010	Sistemas de control y protecciones a turbogeneradores	29/04/2010	28/06/2010
NRF-236-PEMEX-2009	Sistema de monitoreo para tanques de almacenamiento	21/05/2009	21/07/2009

NRF-237-PEMEX-2009	Estructuras Metálicas Para Trabajos en Altura (Andamios)	21/05/2009	21/07/2009
NRF-239-PEMEX-2009	Equipo autónomo de respiración (SCBA)	29/12/2009	27/02/2010
NRF-240-PEMEX-2009	Sistema de medición ultrasónica de hidrocarburos en fase líquida	21/05/2009	21/07/2009
NRF-241-PEMEX-2010	Instrumentos transmisores de presión y de presión diferencial	29/04/2010	28/06/2010
NRF-242-PEMEX-2010	Instrumentos Transmisores de Temperatura	29/04/2010	28/06/2010
NRF-243-PEMEX-2010	Instrumentos interruptores de nivel	29/04/2010	28/06/2010
NRF-244-PEMEX-2010	Válvulas operadas por motor eléctrico	29/04/2010	28/06/2010
NRF-245-PEMEX-2010	Válvulas Solenoides	29/04/2010	28/06/2010
NRF-247-PEMEX-2010	Centro de control de motores	29/04/2010	28/06/2010
NRF-249-PEMEX-2010	Sistemas de fuerza interrumpible	29/04/2010	28/06/2010
NRF-250-PEMEX-2010	Sistema de lubricación por niebla	02/07/2010	31/08/2010
NRF-256-PEMEX-2010	Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres.	28/10/2010	27/12/2010
NRF-257-PEMEX-2010	Sistemas de calentamiento de aceite térmico.	29/04/2010	28/06/2010
NRF-261-PEMEX-2010	Manejo Integral de recortes de perforación impregnados con fluidos de control base aceite, generados durante la perforación y mantenimiento de pozos petroleros.	29/04/2010	28/06/2010
NRF-264-PEMEX-2010	Sistemas de medición y diagnóstico de maquinaria rotativa y reciprocante	02/07/2010	31/08/2010
NRF-265-PEMEX-2011	Sistema de Control y Protecciones de Compresores Centrífugos	28/11/2011	27/01/2012
NRF-266-PEMEX-2011	Sistema de Control y Protecciones de Compresores Reciprocantes	28/11/2011	27/01/2012
NRF-267-PEMEX-2010	Herramienta hidráulica para torsión y tensión controladas	02/07/2010	31/08/2010
NRF-278-PEMEX-2011	Hidrolavadora de alta presión	28/11/2011	27/01/2012
NRF-279-PEMEX-2011	Medidores de espesor ultrasónico	28/11/2011	27/01/2012

Última Modificación: 27/01/2012 a las 11:00 por Protección Civil Corporativa

Anexo Normas Gas LP

Clave	Descripción	D. O. F.
NOM-001- SEDG-1996	Plantas de almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción.	12-09-1997
NOM-002- SEDG-1999	Bodegas de distribución de Gas L.P. en recipientes portátiles. Diseño, construcción y operación. (Esta norma cancela y sustituye la NOM-056-SCFI-1994, publicada en el D. O. F. del 8 de diciembre de 1994).	29-06-1999
NOM-004- SEDG-2004	Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y construcción.	2-12-2004
NOM-005- SCFI-1994*	Instrumentos de medición.- Sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos.	30-03-1998
NOM-005- SEDG-1999	Equipo de aprovechamiento de Gas L.P. en vehículos automotores y motores estacionarios de combustión interna. Instalaciones y mantenimiento.(Esta norma Cancela y sustituye a la NOM-034-SCFI-1994)	9-07-1999
NOM-010- SEDG-2000	Valoración de las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan, suministran y distribuyen Gas L.P. y medidas mínimas de seguridad que se deben observar durante su operación. (Esta es la norma definitiva de la Norma de Emergencia NOM-EM-010-SEDG-1999, publicada en el D. O. F. del 23 de agosto de 1999 y cuya prórroga de vigencia por seis meses se publicó el 24 de abril de 2000).	25-10-2000 (Se publicó nuevamente esta norma el 1 de febrero de 2001).
NOM-012/2- SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de Gas L. P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación	23-02-2004
NOM-012/3- SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en estaciones de Gas L. P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación	23-02-2004
NOM-012/4- SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, para uso como depósito de combustible en motores de Combustión interna. Fabricación	25-02-2004

NOM-012/5- SEDG-2003	Recipientes a presión para contener Gas L. P., tipo no portátil, destinados a vehículos para el transporte de Gas L. P. Fabricación.	02-03-2004
NOM-018/2- SCFI-1993	Recipientes portátiles para contener Gas L.P., Válvulas. (Modificación a esta Norma Oficial Mexicana publicada en el D. O. F. del 26 de diciembre de 2000).	20-10-1993
NOM-018/3- SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P... - Recipientes portátiles y sus accesorios parte 3, Cobre y sus aleaciones-conexión integral (cola de cochino) para uso en Gas L.P.	14-10-1993
NOM-018/4- SCFI-1993	Distribución y consumo de Gas L.P.- recipientes portátiles y sus accesorios parte 4.-reguladores de baja presión para gases licuados de petróleo. (Modificación a esta norma oficial mexicana publicada en el D. O. F. del 26 de diciembre de 2000).	14-10-1993
NOM-021/1- SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P. tipo no portátil requisitos generales.	14-10-1993
NOM-021/2- SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P. tipo no portátil-destinados a plantas de almacenamiento para distribución y estaciones de aprovisionamiento de vehículos	14-10-1993
NOM-021/3- SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener Gas L.P. tipo no portátil-para instalaciones de aprovechamiento final de Gas L.P., como combustible. (Modificación a esta norma oficial mexicana publicada el 13 de marzo de 2000)	14-10-1993
NOM-021/4- SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., para usarse como depósito de combustibles en motores de combustión interna.	19-10-1993
NOM-021/5- SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios- artificiales para contener Gas L.P., tipo no portátil-para transporte de Gas L.P.	14-10-1993
NOM-025- SCFI-1993	Estaciones de Gas L.P. con almacenamiento fijo.- Diseño y construcción. (Esta norma cancela la NOM-X-66-1992).	15-10-1993
NOM-026- SCFI-1993	Estaciones de Gas L.P. sin almacenamiento fijo-diseño y construcción. (Esta norma cancela la NOM-X-67-1992).	15-10-1993

Anexo Norma de Gas Natural

Clave	Descripción	D. O. F.
NOM-001- SECRE-2003	Calidad de gas natural. (Cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-1997, Calidad de gas natural).	29-03-2004
NOM-003- SECRE-2002	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural).	12-03-2003
NOM-004- SECRE-1997	Gas natural licuado-instalaciones vehiculares.	26-01-1998
NOM-005- SECRE-1997	Gas natural licuado-Estaciones de servicio.	28-01-1998
NOM-007- SECRE-1999	Transporte de gas natural.(modificación de esta norma oficial mexicana, publicada en el D. O. F. del 11 de abril de 2001)	04-02-2000
NOM-009- SECRE-2002	Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P., en ductos.	08-02-2002
NOM-013- SECRE-2004	Norma Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2004, Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural. (Sustituye a la NOM-EM-001-SECRE-2002, Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de plantas de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, regasificación y entrega de dicho combustible)	08-11-2004
NOM-031- SCFI-1994	Gas natural comprimido para uso automotor.-Requisitos de seguridad para estaciones de servicio e instalaciones vehiculares.	11-07-1994
NOM-094- SCFI-1994	Uso del gas natural licuado como combustible vehicular- Requisitos de seguridad para instalaciones vehiculares.	13-12-1995

Anexo Normas de Salud

Clave	Objetivo	Especificaciones
NOM-020-SSA1-1993	Esta norma oficial mexicana establece el valor permisible para la concentración de ozono en el aire-ambiente.	La concentración de ozono como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.11 ppm, o lo que es equivalente a 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora, una vez al año, en un periodo de tres años, para protección a la salud de la población susceptible.
NOM-021-SSA1-1993	Esta norma oficial mexicana establece el valor permisible para la concentración de monóxido en el aire-ambiente.	La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11.00 ppm o lo que es equivalente a 12.595 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio móvil de 8 horas una vez al año, como protección de la población susceptible.
NOM-022-SSA1-1993	Esta norma oficial mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire-ambiente.	La concentración de bióxido de azufre, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.13 ppm o lo que es equivalente a 341 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas una vez al año, y 0.03 ppm (79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.
NOM-023-SSA1-1993	Esta norma oficial mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire-ambiente.	La concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.
NOM-025-SSA1-1993	Esta norma oficial mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire-ambiente.	La concentración de partículas menores de 10 micras, como contaminantes atmosféricas, no deben rebasar el límite permisible de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas una vez al año, y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una medida aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

Anexo Normas de SEMARNAT

Norma sujeta a estudio	Objetivo	Especificaciones
NOM-34- ECOL-1993	Esta norma oficial mexicana establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.	<p>Cálculo exacto de la concentración de monóxido de carbono:</p> $(CO)_{ptn} \times F_{co}$ $(CO)_{sal} = \frac{(CO)_{ptn} \times F_{co}}{F_o + F_{co}} \dots\dots\dots ec. 1$ $(CO)_{sal}$ $Respuesta = \frac{(CO)_{sal}}{X} \times 100 + Z_{co} \dots\dots\dots ec. 2$ <p>del registrador LSR (%) de la escala</p> <p>El método utilizado para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente es el de absorción infrarroja por medio de un fotómetro no dispersivo, consiste en medir la radiación infrarroja adsorbida por el monóxido de carbono mediante un fotómetro no dispersivo.</p>
NOM-038- ECOL-1993	Esta norma oficial mexicana establece los métodos de medición para determinar la concentración de Bióxido de Azufre (SO ₂) en el aire ambiente, y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición	El método utilizado para la determinación de la concentración de azufre en el aire ambiente es de la pararrosanilina (técnica analítica por vía húmeda de la pararrosanilina). En donde el SO ₂ reacciona con el tetracloromercurato de potasio formando un complejo de monoclorsulfonatomercurato resistente a la oxidación del aire y estable ante oxidantes como O ₃ y No _x . El complejo reacciona con la pararrosanilina y formaldehído, formando acidofenilsulfónico de pararrosanilina

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NOM-034- ECOL-1993	18/10/1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-037- ECOL-1993	18/10/1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-038- ECOL-1993	18/10/1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-041- ECOL-1999	06/08/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-042- ECOL-1999	06/09/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan

		gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
NOM-043- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-044- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
NOM-045- ECOL-1996	22/04/1997	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
NOM-046- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes d
NOM-048- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
NOM-049- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
NOM-050- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
NOM-051- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece el nivel máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquido gasóleo industrial que se consuma por las fuentes fijas en la zona metropolitana de la Ciudad de México.
NOM-052- ECOL-1993	22/10/1993	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-076- ECOL-1995	26/12/1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos valorativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
NOM-085- ECOL-1994	02/12/1994	Contaminación atmosférica-Fuentes fijas- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

NOM-086- ECOL-1994	02/12/1994	Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.
NOM-092- ECOL-1995	06/09/1995	Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
NOM-093- ECOL-1995	06/09/1995	Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
NOM-097- ECOL-1995	01/02/1996	Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.
NOM-117- ECOL-1998	24/11/1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
NOM-121- ECOL-1997	14/07/1998	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.

Clave	Objetivo	Especificaciones
NOM-086- SEMARNAT- SCFI- 2005	Título.- Especificaciones de los combustibles fósiles. Objetivo.- Especifican protección ambiental que deben cumplir los combustibles fósiles líquidos que se comercializan en el país.	Especificación – La NOM publica las tablas de 1 a 6 donde determina características que deben tener las gasolinas; la tabla 7 especifica características del Diésel para motores del transporte, naval e industrial; la tabla 8 especifica las características de la turbosina; la tabla 9 especifica características de los combustibles de uso doméstico e industrial; la tabla 10 las características para el gas lp. También establece la ubicación de los de la Terminales de Almacenamiento y Distribución en el país.
NOM-092- ECOL-1995	Título- Regula vapores de combustibles en la ZMVM; y establece requisitos e instalaciones para recuperación de vapores	La Tasa Volumétrica recogida en las pruebas deben estar reguladas por NOM-093-ECOL-1995.

<p>NOM-093- ECOL-1995</p>	<p>Establece los métodos de prueba a los vapores de gasolina para determinar la eficiencia de los laboratorios.</p>	<p>Describe el Método de Adsorción de los vapores de gasolina en carbón activado; la operación del equipo y los cálculos y el reporte de resultados.</p>
<p>NOM-052- SEMARNAT- 2005,</p>	<p>Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</p>	<p>Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica. Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos). Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos). Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.</p>